

Space Travel

凌云飞天

航空航天专业信息网络多媒体免费电子杂志

2010年第4期

总第33期



大连理工大学航空航天学院主办

http://aa.dlut.edu.cn/Space_Travel.html

2010年2月15日

《凌云飞天》 Space Travel 版权页

2010年2月 总第三十三期

主办：大连理工大学航空航天学院

网址：http://aa.dlut.edu.cn/Space_Travel.html

编辑与供稿人员：马志飞、王奕首、吴锤红、吴锤结、吴介之、张杨

订阅、投稿信箱：c.jwudut@dlut.edu.cn

声明：本网络多媒体航空航天专业信息免费杂志的部分内容来自互联网和航空航天业界，目的是加强航空航天领域的信息交流及应用传播。欢迎读者免费订阅和投稿。如有版权问题，敬请联系，我们将在第一时间作出处理。

目录

目录	1
航空新闻	5
俄罗斯第五代战斗机 T-50 成功首飞.....	5
驻阿美军“黑鹰”作战中大胆悬停山巅.....	7
新加坡上演精彩的航空表演.....	12
英公司研制“风筝飞船” 洛杉矶飞上海需 4 天.....	17
迎接无人舰载机时代：美 X-47B 试验谍照.....	20
航天新闻	28
震动美国五角大楼：中国两个超级大杀突然曝光了!!!.....	28
航天专家：中国的航天技术已近可登月水平.....	31
美“奋进”号航天飞机发射升空.....	32
美成功发射“太阳动态观测台”.....	34
奥巴马推行新太空思路 美宇航员或将“打的”去太空.....	34
白宫顾问证实美国冻结重返月球计划.....	37
新闻背景：美国的“重返月球”计划.....	37
美军激光反导武器测试成功击落弹道导弹.....	38
“业余视频”展现 24 年前挑战者号航天飞机爆炸过程.....	40
联合国拟设“太空交警” 应对太空碎片威胁.....	42
欧洲航天局依旧按计划进行 未受美航天政策影响.....	42
美“小行星威胁”计划捉襟见肘.....	43
“卡西尼”号土星探测任务期再次延长 7 年.....	44
俄罗斯新款火星试验宇航服接受测试.....	45
日本宇航员在空间站大撒巧克力豆庆“节分”.....	47
美国宇航局将为国际空间站安装七扇窗的观光台.....	47
“智能灰尘”宇宙飞船可预警太空风暴.....	50
实验发现少数地球生物能在宇宙真空中生存.....	50
NASA 研发出宇航员机器人 R2.....	51
印度成功试射“烈火 3”中程导弹 射程可达北京.....	55
蓝色星球	58
甘南湿地萎缩沙化 “黄河之肾”或成第四大沙尘源.....	58

科学家发现 1500 年前巨型天体撞击地球证据.....	63
探险南极洲干燥山谷 地球上最像火星的区域.....	65
美卫星捕捉华盛顿罕见百年暴风雪肆虐场景.....	73
美科学家发现新型火山闪电 持续时间仅数毫秒.....	74
谁绑架了科学? IPCC 遭遇史上最强信任危机.....	76
科学家提出月球起源新理论 地球核爆炸促使地月分离.....	81
美宇航局照片显示迪拜人造岛不断合并下沉.....	83
卫星图像: 哈萨克斯坦的 Chiyli 陨石坑.....	86
卫星图像: 苏弗里埃尔火山继续活动.....	88
《自然》: 地球也能“撼动”小行星.....	90
英科学家称人类源自 38 亿年前外星微生物.....	91
宇宙探索	93
《纽约时报》刊发一组浩瀚宇宙壮观照片.....	93
2 月上演三大天象 火星“访问”鬼星团不容错过.....	107
太阳风暴或破坏 2012 年奥运会 新卫星将准确预测.....	108
科学家破解土卫二喷冰之谜.....	110
土卫二奇美照片: 羽状喷流蕴藏大量秘密.....	111
卡西尼号进一步发现土卫二存在液态水证据.....	115
天文学家发现“超级地球”为首颗新类型系外行星.....	117
美国航天局公布冥王星最新照片.....	120
射电望远镜首次发现奇特超新星爆炸.....	122
哈勃望远镜首次观测到两颗小行星正面碰撞.....	124
天文学家发现第二大恒星质量黑洞 离太阳 600 万光年.....	126
寻找外星人 50 年 《阿凡达》引发新一轮热潮.....	128
空天学堂	130
四代动力之忧.....	130
运八空中加油机—弥补中国空军进攻力短板.....	137
明修栈道, 暗渡陈仓—浅析日本 C-X “中型”运输机.....	144
F-22 战斗机.....	151
艰难的一跃 - F-35B 垂直/短距起落战斗机.....	162
水很深:美军的隐身机盘点.....	176
俄美两国五代战机外形对比.....	200
陈虎点兵: 四代机时代真的会到来吗?.....	209
猛禽斯基—浅析俄罗斯第四代战机 T-50.....	213
A-10——关于暴力拆迁的故事.....	221

德国空降战车很小很强大.....	235
中国反导—与世界上最庞大最先进的核武库.....	240
致命“鱼叉”：AGM-84 反舰导弹.....	247
MIRV 技术漫谈.....	254
他山之玉—我国引进 EL/M-2032 雷达项目.....	274
科技新知	293
揭秘世界最长港珠澳跨海大桥 可抗 8 级地震 16 级台风.....	293
世界最大激光器 “国家点火装置” 有望年底聚变点火.....	296
大型强子对撞机将长期运行 有望发现上帝粒子.....	298
美国物理学会年度流体运动作品展获奖作品揭晓.....	300
Naturally Occurring Fractals.....	304
2009 年鸟类摄影比赛获奖照片揭晓.....	321
工程师使鲸之歌可视化 让声音 “看起来” 很美.....	326
英国数千棕鸟群飞奇观 队形酷似乌龟鸭子.....	336
《连线》：数学研究者用函数解构现实美景.....	338
那些降落在凡间的空间技术应用.....	343
英国实施 “充电场所” 计划.....	349
目下一代超级计算机 每秒运算可达一万万亿次.....	350
上海交大创办英文国际学术期刊《纳米/微米通讯》.....	351
科学家在陨石内发现超硬钻石.....	351
七嘴八舌	354
温家宝：大学功利化是要命问题 须有办学自主权.....	354
温家宝主持五次座谈会征求对教育改革和发展建议.....	357
教育改革：如何超越自相矛盾的主张.....	360
朱永新：重拾中国教育的信心.....	366
熊丙奇：政府放权是教改的 “牛鼻子”.....	368
美报文章：为何中国学校很难培养出天才.....	369
在 Batchelor 教授的指导下.....	371
把物理思想注入于数学之中.....	398
温景嵩新书介绍：武际可序.....	402
要揭穿伪科学，不要打棍子.....	404
17 位深刻影响钱学森的人.....	408
丘成桐获数学家终身成就奖 “沃尔夫数学奖”.....	411
中青报：丘成桐的大奖不是被 “牛顿的苹果” 砸中的.....	412
丘成桐：从明治维新到二战前后中日数学人才培养之比较.....	413
徐光宪：德智体美群劳乐，素质教育与我的幸福观.....	424

记中科院上海神经所所长蒲慕明：不著袈衣亦如来.....	435
访麦康森院士：卓然于世 平凡于心.....	447
施一公：“大牛”科学家的舍与得.....	451
我是河南人.....	462
中国政法大学校长黄进：大学国际化不单是“接轨”.....	466
冯一潇：诺贝尔奖为何青睐交叉学科.....	470
论研究所建设发展中的十大关系.....	475
美国本科通识教育：让学生生活更有意义.....	494
中青报：大学生给老师打分成“一分钟游戏”.....	497
科学时报：学分收费制，让人欢喜让人忧.....	501
牛津大学教育理念及其启示.....	507
游苏宁：建议将学术类期刊纳入非营利性公益事业实施管理.....	510
谁在异化 SCI？董健：没想到会变现在这样.....	513
积极跑奖、虚假包装 国家最高科技奖能否“守身如玉”.....	517
北大法学院绩效工资按论文等工作量分配引不满.....	522

航空新闻

俄罗斯第五代战斗机 T-50 成功首飞

核心提示: 1月29日, “俄罗斯24”电视台转引苏霍伊公司新闻处消息称, 俄罗斯五代机 T-50 成功完成首次试飞。报道称, T-50 飞行了大约 45 分钟, 飞行取得成功。T-50 在短跑起飞后急速爬升, 但首飞进行了什么飞行动作没有透露。

这是俄罗斯媒体今日刚刚发布的俄军第五代战斗机首飞的[视频](#)



苏霍伊 T-50 着陆瞬间



苏霍伊 T-50 着陆瞬间



苏霍伊 T-50 首飞之后着陆瞬间



网上流传的俄罗斯五代机模型

环球时报-环球网 1月29日报道 1月29日，“俄罗斯24”电视台转引苏霍伊公司新闻处消息称，俄罗斯五代机 T-50 成功完成首次试飞。

报道称，T-50 飞行了大约 45 分钟，飞行取得成功。T-50 在短跑起飞后急速爬升，但首飞进行了什么飞行动作没有透露。

俄五代机的技术性能以及外形官方都没有公布资料，但媒体认为它特点是精确制导武器，可在全天候条件下击毁任何目标，并且具有低可探测性特征。俄国防部已表示，2015 年会开始购买该产品。

(吴锤红 供稿)

驻阿美军“黑鹰”作战中大胆悬停山巅

阿富汗南部扎布尔(Zabul)省境内的一座山尖处，驻阿美军第 82 战斗航空旅第 82 航空团第 2 营 A 连的士兵正在从一架陆军的 UH-60 “黑鹰” 运输直升机走出，执行干扰通讯的任务。



这种悬停需要极高的直升机驾驶技巧和胆量



这架“黑鹰”单轮停在悬崖上



从另一架飞机上拍摄的“黑鹰”着陆



山崖另一边就是陡峭的绝壁



士兵们在执行任务之后，即将搭乘陆军 UH-60 “黑鹰” 运输直升机撤离。



“黑鹰” 驾驶员将绝活再来了一次



要是气流将飞机吹歪就不是闹着玩的了

(吴锤红 供稿)

新加坡上演精彩的航空表演



有“亚洲最大航展”之称的新加坡国际航空展将于2月2日至7日举行。1月31日，新加坡举行了精彩的航空表演。







(吴锤红 供稿)

阿联首举行“音乐伴奏飞行表演”



1月27日，在阿联酋艾因市国际机场举行了“音乐伴奏飞行展演”。本次展演共有来自世界各地的23支飞行表演队参加，观众可以一边欣赏优美的音乐一边观看精彩的特技飞行。





(吴锤红 供稿)

英公司研制“风筝飞船” 洛杉矶飞上海需4天



风筝飞船

高度：约 274 米

能源： 太阳能+氢气；

承重：396 吨；

速度：每小时 90 英里

座位：100 名乘客

火车不舒服，飞机太拥挤？伦敦创意设计公司“赛莫鲍威尔”提出一种全新的交通运输概念——“风筝飞船”（也称为空中邮轮），它不在乎飞行速度，致力于提供世界上最舒适的旅行体验。它的外形酷似风筝，能容纳 33 万立方米的氢气，承重 396 吨，比 244 米高的伦敦金丝雀码头塔还要高约 30 米。

洛杉矶飞上海需 4 天

“赛莫鲍威尔”公司创意总监尼克·塔波特表示，未来的奢华旅游体验不应局限于空间狭窄、航线繁忙、耗费能源的航空飞行，“风筝飞船”将为人们带来全新的奢华旅游体验。

塔波特说：“现在全世界都在思考如何缩短旅行时间，如何提高旅程的舒适度成为行业空白。”“风筝飞船”集游艇和飞行旅馆的功能于一身，结合了太阳能和氢动能两种环保能源，不仅提供时速 90 英里的飞行速度，还不产生噪音和污染。理论上来说，它能搭乘 100 名乘客在 37 小时内从伦敦飞到纽约，从洛杉矶到上海则需要 4 天。

风筝飞船 2015 年成为现实

除了环保**节能**外，“风筝飞船”还极尽奢华之能事，房间内的地板用透明玻璃铺成，乘客能把云层踩在脚底；开放式设计的豪华套房，为乘客提供另类的观光视野；酒吧等娱乐设施一应俱全。这个设计理念还吸引了韩国三星物产公司的关注，该公司是世界最高塔——迪拜哈利法塔的主要承建商。三星公司的设计总监宋民金（音译）称：“这是个环保大楼与奢华生活方式相结合的理想项目。”他还表示，“风筝飞船”有望在 2015 年成为现实。



风筝飞船飘浮在香港夜空（效果图）





(吴锤红 供稿)

迎接无人舰载机时代：美 X-47B 试验谍照

美国航空周刊网站1月12日登载了几张美国海军的X-47B无人验证机的图片，由摄影师吉姆-穆玛于2009年12月29日拍摄。X-47B无人舰载机将是第一型实现航母起降的无人舰载机。



该图片由 暗探 上传至 Tiexue.Net 图片版权归原创者所有

X-47B 在加利福尼亚州帕姆代尔工厂进行滑行试验



X-47B 在加利福尼亚州帕姆代尔工厂进行滑行试验

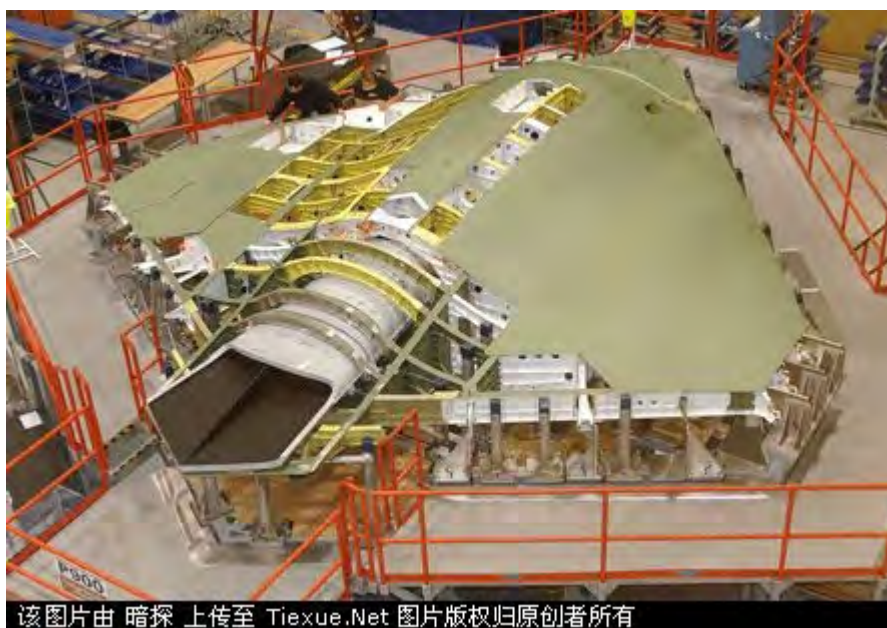


X-47B 在加利福尼亚州帕姆代尔工厂进行滑行试验



该图片由 暗探 上传至 Tiexue.Net 图片版权归原创者所有

另外一架 X-47B 在厂房里进行静力加载试验



该图片由 暗探 上传至 Tiexue.Net 图片版权归原创者所有

装配线上的 X-47B 机翼还没有安装完成，经过红外弱化处理的发动机尾喷口清晰可见



装配线上的 X-47B 机翼还没有安装完成，经过红外弱化处理的发动机尾喷口清晰可见



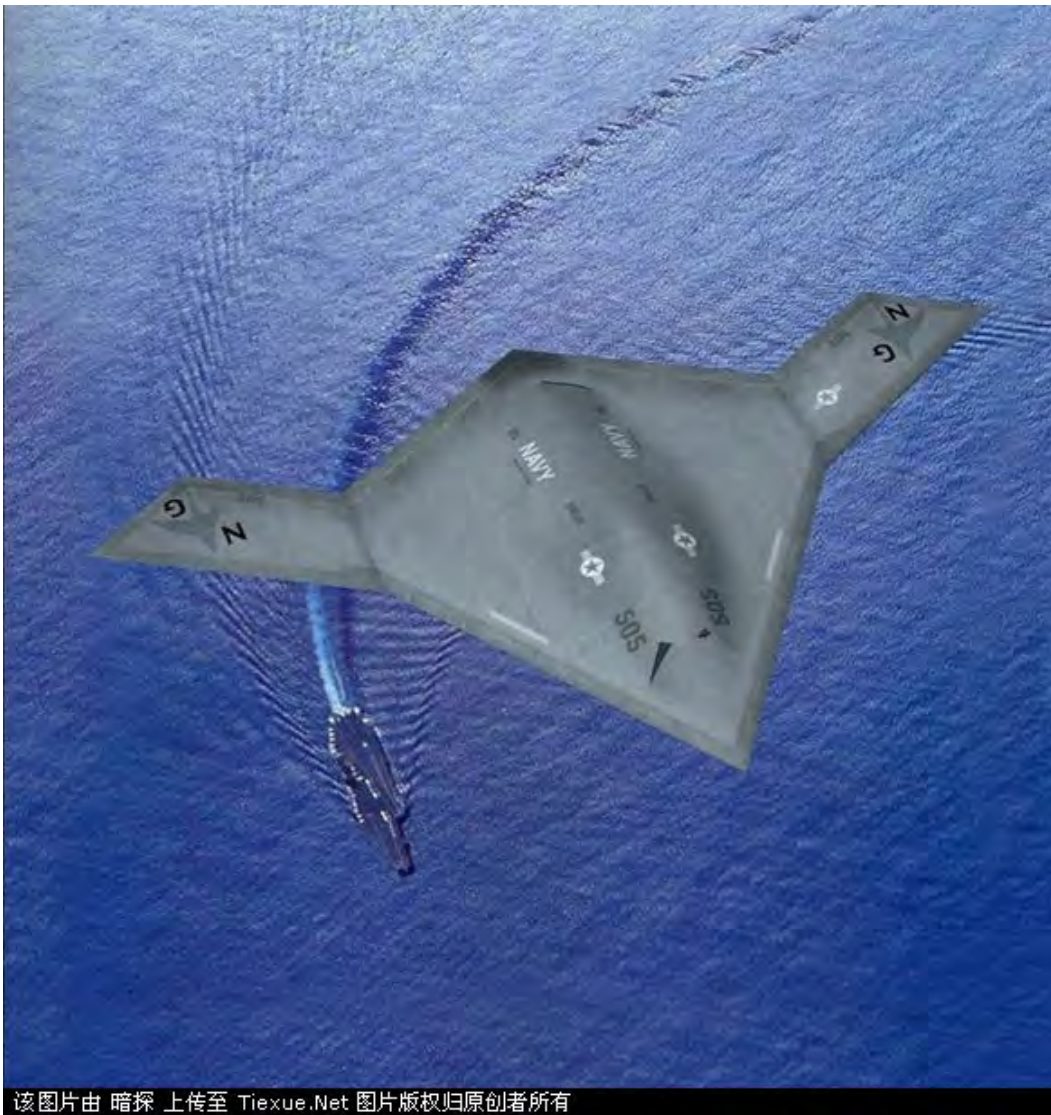
进行静态展示的 X-47B 隐形舰载无人机



X-47B 将发动机进气口设在机身上方，可以很好地屏蔽发动机扇叶对雷达波的强反射；X-47B 的机翼可以折叠，可节省航母上的停放空间



X-47B 设有机腹弹仓，保证雷达隐形性能



该图片由 暗探 上传至 Tiexue.Net 图片版权归原创者所有

X-47B 的模拟图，这个角度可以看到它采用菱形飞翼设计



该图片由 暗探 上传至 Tiexue.Net 图片版权归原创者所有

X-47B 的模拟图，在航母上起飞



该图片由 暗探 上传至 Tiexue.Net 图片版权归原创者所有

X-47B 的模拟图，即将降落到航母甲板上



该图片由 暗探 上传至 Tiexue.Net 图片版权归原创者所有

X-47B 的模拟图，成功着陆



该图片由 暗探 上传至 Tiexue.Net 图片版权归原创者所有

(吴锤红 供稿)

航天新闻

震动美国五角大楼：中国两个超级大杀突然曝光了！！！！

作为一个大国国家实力的重要体现者，在民用领域相对航空更为高调，在军用领域则最为讳莫如深的航天部门，今年年初却罕见的由官方爆出了一条有关军事的重大消息：中国 11 日在境内进行了一次陆基中段反导拦截技术试验，试验达到了预期目的。外交部表示，这一试验是防御性的，不针对任何国家。

即使不是军事爱好者，相信很多人也已经在这些年的媒体轰炸中对“反导”这两个字印象颇深，在多年的媒体宣传中，反导系统几乎成了美国的专利，有关美国反导系统实验，部署的新闻只要出现就一定能上头版，并且往往是遭到谴责的对象。与之联系在一起的则是为国人所耳熟能详的三个字母：NMD, National Missile Defence。而对本次我军的成功拦截，军事爱好者们则起了一个颇有戏谑意味的代号：CNMD, Chinese National Missile Defence。

中段反导拦截是在大气层以外对敌人远程弹道导弹进行拦截的重要手段，是一个核大国的战略核盾牌的重要组成部分，试验的成功本身就说明了我国在相关科研领域所取得的巨大成就。而本次试验恰好“安排在美国宣布对台军售项目的时刻实施，也被认为是中国面对风云变幻的国际局势，走向成熟与自信的又一个标志。

航天领域这些年另一个常为军事爱好者所津津乐道的话题则莫过于“反航母弹道导弹”（或称反舰弹道导弹，Anti-Ship Ballistic Missile, AShBM）了，作为长期传说中我军的“杀手锏”工程之一，反航母弹道导弹以其突防能力极强，难于被拦截的特点被许多朋友认为是在未来可能爆发的战争中威慑美军航母战斗群最有效的常规手段。近年来从公开报刊发表的文章中我们也看出该工程亦取得了巨大进展，解决了从导弹本身到背后各个相关系统的一系列工程难题，部署成功指日可待。

在许多军事爱好者眼中，CNMD 和 AShBM 一主攻，二主守，两者的成功部署必将在军事力量平衡上产生巨大影响，笔者也深以为然。然而这些天阅读其他的一些资料，笔者有了新的想法，在这里笔者将不过多纠缠于技术细节和枯燥无味的数据，试着从别的角度分析这两个系统背后更为庞大的国家雄心。

CNMD 和 AShBM 作为以大型战术导弹为核心，打击特殊目标的武器系统，其复杂程度远不是一般的防空导弹，反舰导弹系统所能比拟的。想要使它们充分发挥作用，不仅需要导弹本身具有极强的技战术性能，同时需要一套完善的大系统在背后支持。

首先，这套系统需要具备极强的远程探测识别能力，无论是对从九天之上高速来袭，且有可能具备一定机动能力的敌远程弹道导弹，还是对远在千里之外洋面上位置时刻变化，具备完善的电子对抗设备的假想敌航母战斗群，都要具备可靠的远程识别能力。这需要部署更多数量的，具备高成像能力的特种侦察卫星保持对威胁方位的全时段监视，比如弹道导弹预警卫星，海洋资源卫星等等。目前北斗工程正在加紧进行，如果能够抢在欧洲的伽利略卫星导航系统前面完成，从而得到受国际无线电协会认可的信号频段，具备了对战区实施区域覆盖能力，同时还要完善其他的成像通信卫星网络。那么我们的远程探测识别定位手段才算得上臻于完善。

第二，这套系统需要在发现目标后，对其进行精确定位，从而引导导弹打击目标。这就需要其他更为精确的探测跟踪手段，比如地面的超远程天波雷达，地波雷达，远程有人/无人驾驶侦察机，水下侦察设备等等，实现对目标的精确定位。虽然我们这些年在探测技术和手段上都取得了很大的进步，但也要看到，这与假想敌超强的软硬对抗手段相比，还是远远不够的，当年鼎盛时期的苏联武装力量几乎倾尽全国之力，海陆空天四路并进，尚未能建成一个完整的，对美军的实时区域定位体系，对于现在仍然以经济建设为中心的我国来说，建立成熟可靠的战时目标定位体系，同样任重而道远。

第三，这套系统要和导弹系统之间具备实时数据沟通能力。这两个导弹系统攻击的均是运动目标，双方相对方位时刻都在变化，如果目标数据更新不够及时，导弹很有可能会“差之毫厘，谬以千里”，在试验场上，我们的条件很难做到像战场一样真实，因此我们必须做到即使假想敌采用多种对抗手段，也要让导弹获得准确的战场信息，从而精确命中目标。这几年来我们的数据链建设也取得了很大的进展，以 HN-900 为代表的新一代战术数据链已经在新一代装备平台上得到了广泛应用，有力的提高了各军兵种的作战能力。但是面对在制电磁权领域仍然无比强大的假想敌，如何在空前复杂的电磁环境下实现真正的战场信息共享，从而使系统能够发挥出最大效能，仍然是摆在我军面前的严峻任务。

最后，如何对以上几大系统，包括导弹系统本身实施统一指挥，这对我们的指挥体系和技术又是一个新的考验，如此多的设备和人员，如何让他们像一台机器，一个人那样协调工

作，有条不紊；如此庞大的数据，如何能够快速处理，防止贻误战机。这也是新时期我军建设的重点之一。在之前多次成功的航天发射中，我们已经管窥到了我国在这个领域的巨大成就，目前可以认为已经具备了对小批次重点目标的数据处理分析，以及系统组织能力。但是在波诡云谲的未来战场上，本着料敌从宽的原则，对指挥体系的要求，永远没有最好。

上面谈到的这些体系建设，想必各位也能看出，要建立起一套如此庞大的，完全符合应对假想敌威胁的系统，所要付出的时间和资金都将是无比惊人的。有人也许会问：这样把资金投入“无底洞”，会不会使我们重走苏联穷兵黩武的老路？耗费大量人力物力建起来的系统如果一辈子用不上岂不是最大的浪费？

我们可以想象，如果我们最终获得了这样一整套相对于可能的战区无比完善的系统，能够满足 CNMD 和 AShBM 的作战需求，那么完全可以把这套系统用于我军其他大量的作战平台上。用来定位导弹的系统可以用来定位敌人的侦察卫星么？当然可以！用来定位假想敌航母的系统可以用来定位某邻国海军的八八舰队么？当然可以！同理，这套系统的很多子集也都是可以军民两用的，比如北斗本来就可以提供类似 GPS 的导航服务，比如导弹本身就可以用来发射民用卫星。这对国家的军事实力和民生都将产生战略意义的提升。

而在这套带有军民两用特色系统的建设中，毫无疑问，国民经济的许多部门都将投入其中，就像上个世纪全国大协作搞出两弹一星，驱逐舰，核潜艇一样，在整个工程中，各个参与进去的研究所，工厂，大学，军队各部门都可能得到丰富的实践锻炼，从而运用到国民经济建设中去，在完成这一具有重大战略意义的工程的同时，又锻炼了科研生产队伍，提高了相关领域的技术水平，起到完善国家的工业基础的作用，从而进一步提高我们的大国地位。这本身就是对有限的经费最合理的应用，所谓一举多得是也。

最后再多说一些其他想到的。无论是 CNMD 还是 AShBM，他们在未来战场上都是作为一种“奇兵”而非“正兵”存在的，即使我们有了 CNMD，我们依然需要完善自己的战略核打击，核反击力量来面对假想敌 NMD 的挑战；即使我们有了 AShBM，面对 21 世纪的海洋局势和世界局势，我们仍然要发展以航母为核心的大型远洋舰队来捍卫国家安全，保卫我们的利益边疆。看起来，这对我们来说仅仅是一套完善国防体系的武器系统而已。

但是对于整个亚太地区乃至更大的范围说来，这两种武器的意义还不仅仅停留在战术层面上。虽然这两者走向真正的成熟还要再等很长的时间，但是这样的名为战术武器系统实则打了战略武器的擦边球的系统对大国间战略关系的稳定，对亚太地区国家领导地位的冲击

的影响都将十分巨大，可能会超出一种普通战术武器所能带给地区乃至全球政治格局的冲击。具备了这两种系统的解放军是否会在未来的摩擦中采取更为强硬的举措来应对假想敌的介入？中国一直以来对外宣称的“纯防御性”的国防战略是否将名不副实？相应的，中国的内政外交策略是否也将会有相应的改变？这都会在未来留下一个等待解答的悬疑。

两个大国传统军事文化上的差异更会加剧这种可能的误读，我们本着“有什么武器打什么仗”的原则，而对对方的原则是“打什么仗就造什么武器”，我们正常的装备提升会被对方认为是“如果解放军没有某种目的，那么投入大笔资金研发这两种系统的目的何在？”“虽然我们”认为“我们的CNMD,AShBM都是防御性武器，但假想敌很有可能从主观上认为这两种具备在很远距离上瓦解对方战略战术进攻企图的系统绝对不是防御性的。

总之，CNMD和AShBM的实战部署的来临，并不仅仅是解放军武器装备的更新，它们可能成为国际战略的“搅局者”。因此，这两者对大国的国防观念，威慑战略与通报机制，以及紧急磋商协定都将产生重大的影响。这从更高的战略高度上看，反而有利于建立一个更加有效的大国间的理解与信任关系，使得双方能够了解对方的具体意图何在，能力何在，也就避免了双方在错误估计对手的时候由一个错误走向另一个错误的深渊，正如在1950年的朝鲜半岛和1965年的印度支那发生的事情那样。这样，从长远的角度看来，这两种看似普通的战术武器系统，确实有可能是防止产生预判失误风险的国家战略保险丝。

(吴锤结 供稿)

航天专家：中国的航天技术已近可登月水平

中新社香港2月8日电(记者 周志彬)航天专家、上海空间推进研究所顾问、美国航空宇航学会(AIAA)高级会员傅轶青接受中新社记者访问时认为，中国的航天技术经过多年发展，已经接近可以登月的水平。

傅轶青在香港接受访问时说，现在中国新的航天员所学的技术就是准备登月。虽然中国在登月总的技术方面已没有什么大问题，但一些细节问题还要进一步研究、落实。

傅轶青介绍，上海空间推进研究所研制的航天发动机是很关键的部件。他以中国首颗探月卫星“嫦娥一号”为例说，卫星先由运载火箭送入地球同步轨道，然后开动远地点发动机，不断加速变成一个大圆，达到第二宇宙速度，从而逃逸地球引力进入地月转移轨道，快到达月球时，远地点发动机则倒过来“煞车”，缩小轨道，经过几次减速，被月球俘获后即成为月球卫星。

他表示，计划今年发射的“嫦娥二号”卫星的轨道将会更接近月球，为未来登月作准备。

傅轶青说，中国下一步还将发射“天宫一号”空间实验室，并在空间交会对接技术上实现

突破；研制“长征五号”大型运载火箭，准备发射空间站；发射“嫦娥二号”、“嫦娥三号”卫星，实现月面软着陆，开动月球车对月面勘察地形地貌、地质构造、岩石分布，为月球基地的选择提供数据。

除中国之外，多个国家也在加快载人航天发展步伐。美国计划“重返月球”，欧洲、俄罗斯、日本和印度等也都已提出登月构想。

傅轶青说，对月球的研究发现，月球上拥有丰富的新能源氦3。氦3是新型核聚变燃料，但在地球上很稀有，而月球上的氦3估计有上百万吨，可为地球上的人类提供数千年的能源。

傅轶青认为，中国航天事业发展非常顺利，有赖于国家大力支持及管理有序，亦要归功于中国人自力更生、奋发图强的精神。

生于书香门第的傅轶青，父亲为福建泉州近现代杰出建筑大师傅维早。傅轶青曾担任“长征三号”、“长征四号”运载火箭一、二级发动机主任设计师等，亦曾参加过“东方红二号”实用通讯卫星、亚太1号、亚太1A等卫星发射。

(吴锤结 供稿)

美“奋进”号航天飞机发射升空



资料图片：1月6日，在美国佛罗里达州肯尼迪航天中心，“奋进”号航天飞机被运往39A发射台。新华社/路透

美国“奋进”号航天飞机当地时间2月8日清晨从佛罗里达州肯尼迪航天中心发射升空，启程前往国际空间站。“奋进”号除了携带6名宇航员升空外，还将为空间站送去一个节点舱和一个天体观测台。

美国航天局电视台的直播画面显示，伴随着巨大的轰鸣声，“奋进”号于美国东部时间4时14分（北京时间17时14分）从航天中心39A发射台拔地而起，直冲云霄。“奋进”号升空时喷出耀眼火焰，划破了航天中心拂晓前的夜空，数百名观看发射的民众发出欢呼之声。

约8分半钟后，“奋进”号顺利进入预定轨道。按计划，“奋进”号将于10日与空间站对接。

“奋进”号原定于7日发射，但因天气原因推迟一天。

“奋进”号此行将为空间站送去“宁静”号节点舱和一个天体观测台。在空间站上，“宁

“宁静”号节点舱将与天体观测台连接在一起，空间站上的多个生命支持与环境控制系统以及为宇航员提供的额外房间将安放在“宁静”号内，而重1.6吨、高1.5米、直径3米的天体观测台则能方便宇航员对地球、其他天体及航天器进行全景观测。

此外，“奋进”号还携带着重约1吨的装置，如为尿液处理系统准备的新蒸馏设备、流体控制泵、为水处理系统准备的外部过滤装置等。

此次共有6名宇航员随“奋进”号升空，其中指令长为乔治·赞姆卡，飞行员为特里·维尔茨。他们将在为期13天的任务期内进行3次太空行走，安装“宁静”号及炮塔。两者安装完毕后，空间站的建设任务将完成约90%。

“奋进”号是美国航天局今年执行飞行任务的首架航天飞机。美国现役3架航天飞机——“发现”号、“奋进”号和“阿特兰蒂斯”号在今年退役前共将飞行5次，以完成空间站的基本建设任务。

(吴锤结 供稿)

美成功发射“太阳动态观测台”

美国航天局的“太阳动态观测台”2月11日从佛罗里达州卡纳维拉尔角空军基地成功发射升空。美航天局说，它是迄今研究太阳及其动态特性的最先进航天器，将成为科学家观测太阳的新“眼睛”。

美航天局发布消息说，“太阳动态观测台”于美国东部时间11日10时23分（北京时间23时23分）由一枚“阿特拉斯-5”型运载火箭送入太空。

据美航天局介绍，“太阳动态观测台”投入工作后，平均每0.75秒拍摄一次太阳图像，每天发回地面的数据量将相当于380部完整长度电影。它的观测结果有望加深科学家对太阳内部复杂工作机制的了解，帮助研究人员更有效预测太阳活动对地球上的电子系统等可能产生的影响。

“太阳动态观测台”的科学观测使命初步定为5年。美航天局说，它携带的燃料足够其再多工作5年。据悉，该观测项目总耗资达8.56亿美元。

(吴锤结 供稿)

奥巴马推行新太空思路 美宇航员或将“打的”去太空

原是自己造车，自己开车，但为了更加经济，不妨尝试叫计程车，甚至搭便车。

这是美联社记者从美国总统贝拉克·奥巴马 2011 财年预算案太空项目中解读出来的内容，今后，美国宇航员也许只能坐着租借来的私人航天器去太空。

钱是省下了。但美国人担心的是，原先造车的人必然丢了饭碗，而且计程车或便车便宜归便宜，也许不像自家车那样坐得踏实。

打车

奥巴马 2 月 1 日将向国会递交 2011 财年预算案，涉及太空项目预算中，有数十亿美元用于鼓励私人企业为美国国家航空航天局制造、发射、运营太空飞行器，换句话说，美国航天局今后不再为宇航员打造往返地球与太空的航天器，改而使用租赁方式。

美联社说，将宇航员送入太空作业，是美国航天局过去 49 年来的工作主线，但这一方式如今已经显老，因为除了政府，没有任何人能够一口吞下这一庞大项目。奥巴马推行的新太空思路或许可以让航天局腾出手来做其他事。

美国现役航天飞机群今年 9 月就将退役。此后相当长一段时间内，美国宇航员或许只能搭乘俄罗斯“联盟”号载人飞船前往国际空间站，直至美国一些私人企业的航天器足够成熟。

美联社认为，受政府扶植推动，新思路或许可催生出一大批致力于发展载人航天器的私营航天企业。美国政府或许可有所选择地在这些“出租公司中选车出行太空”。

但政府资金仅限“扶植”，太空项目不会“外包”。

存疑

现阶段，新思路还停留在思路阶段，因为对航天局不再负责航天器项目的担忧和指责一片，美国国会是否会轻易接受也还是一个未知数。

“主流”担忧有这样几点：

代表一些州利益的联邦议员担心，政府不再经手航天器项目，势必有一大批工作岗位将转型或者流失；

航天局保守派官员认为，私人企业是否值得信赖、是否具备安全飞行的能力尚存疑问；

法律界人士指出，把太空项目作为一个产业交给企业去开发、去营利，或将引出法律问题；

美国政府内部也有人担心，政府从此将不再拥有对太空的最前沿认知，这一点也许“最危险”。

不过，太空项目的“私营化”或“民营化”也许在今天看来难以接受，但在若干年后也许就是潮流。

美联社说，回想若干年前，飞机起先大多由军方控制，随后才逐步出现民航。由政府下发运营许可并实施监管，乘客就可以搭乘民营飞机出行公干。今后，政府也可以同样方式下发太空运营许可并实施监管，宇航员便可以搭乘民营航天器飞出地球执行任务。

逐鹿

白宫消息源透露，在 2011 财年预算中，59 亿美元将用于刺激私人航天企业发展太空航天器。这在美国商业太空飞行协会执行主任约翰·格德马克看来，“多赢局面”即将到来。

“有这差不多 60 亿美元，你可以看到多赢局面。正如在市场上，你可以选择蓝莓手机，也可以选择 iPhone 手机，或者是谷歌 Android 手机，”格德马克告诉美联社记者。

1999 年创立的美国私人航天企业比格洛航天公司顾问迈克·戈尔德则认为，美国早在数十年前就应该放手让私企经营航天交通工具。“太空世界将再次充满竞争力，我们的辉煌年代即将来临。”

美国比格洛航天公司现阶段已有两个商业空间站原型舱在轨运行，是全球第一家在太空建设商业空间站的私有企业，也是美国航天局潜在的飞行器供应商。

现阶段，除波音公司和洛克希德—马丁公司这两大现成的老牌航天巨头外，美国私营航天企业圈还有不少新秀。例如全球主要网络在线支付“贝宝”（PayPal）创始人埃隆·马斯克在加利福尼亚州就经营有太空探索技术公司（SpaceX），这家私营航天公司眼下拥有“猎鹰”号系列运载火箭和“龙”号载人太空舱。

（吴锤结 供稿）

白宫顾问证实美国冻结重返月球计划

继美国媒体曝出奥巴马已经实际冻结重返月球计划后，一名白宫太空问题顾问1月29日表示，重返月球计划“已死”。证实了NASA将转而关注发展商业太空飞行。

法新社报道说，这名不愿意透露姓名的白宫顾问说，“(重返月球的)星座计划已经死亡。”

佛罗里达《今日报》于28日首先曝出新闻，称由于奥巴马政府将于周一公布的2011年预算中的财政限制，重返月球计划的结局已经注定。

太空专家John Logsdon说，重返月球计划终结并不意味着美国太空雄心的结束。“尽管星座计划已经死亡，但这并不意味着太空探索也死了。”他说，NASA可能开始与私人部门和国际伙伴的合作，着眼于2020年以后国际空间站的未来。

(吴锤结 供稿)

新闻背景：美国的“重返月球”计划

新华网北京2月2日电（记者张忠霞）2004年，时任美国总统乔治·W·布什提出载人航天项目“星座计划”，计划2020年美国宇航员重返月球，并在月球建立永久基地，为登陆火星做准备。

根据这项计划，由4名宇航员组成的小组将首先登月，并在月球表面停留7天。随后，美国将开始建设月球基地，其中包括电力供应系统、月球车装配区及宇航员居住区。最终的月球永久基地将可以保障宇航员在月球上持续居住180天，为探索火星做准备。

这一计划提出后因耗资巨大引发争议。奥巴马就任总统后，要求一个独立委员会重审“星座计划”。这个委员会2009年底发布调查报告，指出前任政府的航天计划面临巨大资金缺口，“显得不具持续性”。

(王奕首 供稿)

美军激光反导武器测试成功击落弹道导弹



波音 747 飞机携带的美军激光反导武器系统



美军反导系统示意图

人民网 2 月 13 日电 美国导弹防御局 12 日宣布，该国研制的“机载大功率激光武器”，11 日成功击落了一枚弹道导弹。这是美军“定向能”激光武器首次完成导弹拦截试验。据悉，本次拦截试验在加利福尼亚州中部的穆谷点海军航空兵基地内进行。

路透社报道，这种机载定向能武器系统是由波音公司和美国导弹防御局联合主导研制的，格鲁曼公司与洛克希德·马丁公司也是上述项目的“合伙人”。该系统由一架波音 747 飞机携带升空，并且在飞行中，对由“液体燃料”推进的弹道导弹进行了攻击。

今年8月，美军的机载定向能反导弹系统首次进行空中试验，并且成功击中了目标。美军宣称，这种武器系统借助红外感应装置发现目标并展开激光攻击，其主要作战任务是拦截正处于发射升空阶段的敌方弹道导弹。美军认为，定向能武器是很有潜力的“新一代”反导系统。

美国导弹防御局指出，“定向能”激光反导武器系统测试成功，表明美军有能力同时打击多个敌方发射的弹道导弹。美方透露，与普通反导弹装置相比，上述系统成本较低，能短时间内反复发射，可识别分布在方圆数百公里范围内的导弹发射阵地，并展开攻击。

在开发新一代机载导弹防御系统的同时，五角大楼还决定分4个阶段部署造价更低、机动性更好的海基舰载导弹防御系统：即由配备“标准-3”舰对空导弹的“宙斯盾”巡洋舰充当发射平台。美军认为，下一代导弹防御系统必须做到容易改装，能灵活应付各类新威胁。

这样，美军拟议中的新型导弹防御体系将包括2个陆地基地、地中海上的3艘战舰和北海上的3艘战舰。波音公司生产的“标准-3”三级导弹将成为美国新导弹防御系统的“骨干战将”。这种导弹动能弹头配备有红外自动制导装置，在直接击中目标前由弹载计算机控制。

美国弹道导弹防御系统包含卫星定位侦察系统、前沿部署雷达、x波海基雷达、早期预警雷达、宙斯盾雷达系统的预警探测系统、空基激光反导武器、宙斯盾平台搭载的“标准-3”导弹、无人机等新型武器、陆基中段弹道导弹防御系统、海基终端防御武器、“爱国者-3”导弹、终端高空区域防御导弹系统等武器系统和指挥、控制、战场管理和通讯系统。

“标准-3”导弹虽然是用来摧毁弹道导弹的武器，但其可承担美军需要任何舰队防空任务。自2007年起，五角大楼对该导弹进行的7次试射均获成功，其中包括著名的“导弹打卫星”试验。据悉，美军配有“标准-3”导弹的“宙斯盾”军舰雷达探测范围达400公里。

五角大楼认为，海基和空基导弹防御体系机动性更强、更便宜也更高效可靠。据悉，美国发展导弹防御系统的重点首先是保护美国抵御弹道导弹的袭击，然后削弱不断增长的地区性威胁，第三，在新导弹防御武器系统投入使用前，用实战测试武器，验证其有效性。

美国宣称，其导弹防御计划关注诸如朝鲜和伊朗的地区威胁，无意“打破与俄罗斯或中国的战略均势。”美国海表示，美俄双方正在讨论能否共同建立全球导弹防御系统问题。两国专家已就此展开了两轮谈判。

俄罗斯总理普京曾宣称，为抵消美国的导弹防御系统的作战能力，俄罗斯需要发展进攻性武器。他同时表示，莫斯科准备在起草新的进攻性战略武器条约范围内，向美国提供发展进攻性武器的信息，以换取美国的反导系统计划信息。

(吴锤结 供稿)

“业余视频” 展现 24 年前挑战者号航天飞机爆炸过程



1986 年“挑战者号”航天飞机爆炸导致 7 位宇航员丧生。



“挑战者号”航天飞机爆炸时被白烟包裹着。



“挑战者号”航天飞机发射升空仅73秒就发生爆炸。

据英国《每日邮报》报道，近日，一段珍贵的美国宇航局“挑战者”号航天飞机爆炸的“业余视频”新鲜出炉，为科学家调查该航天飞机失事提供重要资料。

这段4分钟长的视频是由验光师杰克·摩斯拍摄的，它真实地展现了24年前这次可怕的航天飞机爆炸灾难，“挑战者”号失事中共造成7位宇航员丧生，其中包括科学教师克丽斯塔·麦考利夫，她是美国宇航局挑选的第一位平民宇航员。

1986年，摩斯和妻子以及居民在佛罗里达州怀特港的家中后园中拍摄下这段视频，当时他们突然发现发射升空的挑战者号航天飞机出现异常，便用摄像机拍摄了下来。从视频中可观测到一缕白烟从正攀升的航天飞机尾部冒出，接下来航天飞机分裂成两部分。

这段视频的复制录像带保存在摩斯地下室的盒子中，摩斯决定将这部视频捐赠给太空探索档案局，太空探索档案局是肯塔基州一个非赢利机构，主要从事太空教育，然而不久之后，1986年12月摩斯就不幸逝世，享年88岁。

太空探索档案局执行理事麦克·韦塞尔斯说：“这段视频从不同角度呈现出当前挑战者号航天飞机失事经过。我之前从未看到像这样的业余摄影视频，我们将把这段视频向社会公众发布，摩斯拍摄的视频将让人们太空探索产生更浓厚的兴趣。”

（吴锤结 供稿）

联合国拟设“太空交警” 应对太空碎片威胁

据英国《每日电讯报》近日报道，联合国本周将讨论是否在太空设置国际空中交通管制，以避免绕地球运行的卫星和宇宙飞船受到碰撞。

来自世界各地的太空专家将在会议上探讨如何解决“游荡”在地球轨道周围的太空碎片引发的威胁。正是一年前的2月10日，美国卫星与俄罗斯卫星的碰撞引发了世人关注。

科学家认为，目前，太空中约有1.9万多块大于4英尺的太空碎片围绕地球轨道高速运转；还有超过50万块比邮票还大的太空碎片存在于茫茫太空中；而小粒子可能有几千万个。保守的估计是，太空碎片数量在5000万以上，平均每立方公里的空间里已有十件以上的碎片，太空几乎成为一座人类的垃圾场。此外，它们对正在运行的卫星也构成了威胁。

碎片可以每秒数万公里的速度飞行，若碎片与碎片相撞，会催生几何级数的相撞，再爆炸性地生产更多的碎片，如同核聚变装置里发生的“链式反应”一般。如果任其漂浮，太空垃圾将在轨道上存在上万年。

联合国的官员们提议建立一套国际空间交通管理系统，跟踪和管理宇宙飞船的运动，确保不发生“撞车”事故，这种方法类似于针对飞机的空中交通管制。

目前，欧洲空间局正着力于研发一种名为“空间态势感知项目”的新型追踪系统，这也将成为国际太空交通管理系统的一部分。

(吴锤结 供稿)

欧洲航天局依旧按计划进行 未受美航天政策影响

欧洲航天局发言人佛朗哥·博纳奇纳2月2日说，即使美国总统奥巴马调整航天政策的提议被通过并执行，欧洲航天局及其有关活动也不会因此而受到影响。

美国总统奥巴马于2月1日向美国国会提交了2011财政年度政府预算报告，建议取消美国重返月球计划，而将火星作为美国载人航天计划的目的地。报告还建议将运送宇航员往返国际空间站的业务转交给美国私营企业，并延长国际空间站的寿命。

在评论美国这一动向时，博纳奇纳说，即使美国国会批准上述预算报告，欧洲航天局和美

国的航天合作项目也不会因此受到任何影响，尤其是美国准备借助机器人登上火星的计划，与欧航局 2005 年通过的火星生命探测计划 ExoMars 不谋而合。

欧航局希望于 2016 年发射 ExoMars 探测器，该探测器将载有一个“漫游”机器人，后者将用一系列仪器在火星表面和表层以下寻找生命迹象。2018 年，欧航局将再发射一颗火星探测器，它将把两个机器人送上火星。

博纳奇纳还指出，美国航天机构计划加强与气候变化有关的观测和研究，而这正是欧航局与美方开展进一步合作的重要领域之一。

目前，欧洲航天局与美国航天局的合作主要集中在国际空间站的建设和科研方面。除 2008 年发射的“哥伦布”实验舱外，欧航局研制的“炮塔”观测舱和“宁静”节点舱也将于近期搭乘美国“奋进”号航天飞机飞往国际空间站。

(吴锤结 供稿)

美“小行星威胁”计划捉襟见肘

资金投入程度严重不足



美国国家研究理事会下属的一个委员会上周发布了一份措辞谨慎的报告，对保护地球家园免遭近地天体（NEO）——能够穿越地球轨道并撞上地球的小行星和彗星——冲撞的前景进行了展望。其结论并不乐观。尽管美国国会曾希望到 2020 年实现确认 90% 的“城市杀手”——直径等于或超过 140 米的 NEO——的这一目标，但它并未资助这样的一项研究。并且以当前的资金投入速度尚不足以评估地球在未来几十年所面临的来自 NEO 的威胁。

根据这份报告，由美国哈佛大学的地球物理学家 Irwin Shapiro 领导的这个委员会“对弥漫于 NEO 项目中的许多偏差感到震惊”。首先便是对于威胁评估的不确定性。例如，直径为 30 米到 50 米的 NEO 正在变得越来越危险，并且有可能比之前所估计的更为频繁地撞击地球。

对在 NEO 与地球的碰撞过程中挡开前者的方法也缺乏有效的认识，并基本上是未经测试的，同时这些方法与在“不碍事”的地方用恐怖的核弹将 NEO 炸掉相比都显得苍白无力。

这份报告指出，完成这项任务的最有希望的搜寻工具——大口径全景巡天望远镜——并未完全部署到位，并且这一项目恐怕也将在与天文学和天体物理学项目争夺该设备优先使用权的竞争中败下阵来。美国剑桥市麻省理工学院（MIT）的 NEO 研究人员 Richard Binzel 表示，问题还会越来越多，但至少“这份报告诚实地面对了不确定性问题”。

该委员会给出的底线是：NEO 的威胁是真实存在的，但是在未来的几十年中，美国每年为找到 NEO 同时更深入地了解其威胁而花费的 500 万美元的开销并不能够完成任何有效的观测。这份报告指出，直到美国的政治领导者想明白了到底要为这项事业投入多大的资本，或许才有可能避免这样一种非常罕见但却是无与伦比的灾难。除了为有关 NEO 以及如何偏转其航向的研究投入更多的资金外，这份报告也强调了实现国会制定的探测目标的两种方法。到 2020 年完成观测任务将是耗资巨大的，并需要执行相关的航天任务。较廉价但同时速度较慢的方法则是利用大型地基望远镜，而其完成时间将延至 2030 年。该委员会明确指出：请作出你的选择。

（吴锤结 供稿）

“卡西尼”号土星探测任务期再次延长 7 年

新华网华盛顿 2 月 3 日电（记者任海军）美国航天局 3 日说，探索土星及其卫星秘密的“卡西尼”号轨道探测器将要在太空再工作 7 年，在其任务延长期间，美国航天局每年将提供 6 0 0 0 万美元的相关科研资金。

“卡西尼”号 1 9 9 7 年发射升空，2 0 0 4 年抵达环土星轨道，其探测任务最初定

于2008年结束，但后来被延至2010年。

美国航天局在一份新闻公报中说，在探测任务延长的7年中，“卡西尼”号将要绕土星飞行155周，并将54次飞掠土卫六，11次飞掠土卫七，科学家由此可以更好地研究土星及其卫星的长期天气变化情况。此外，“卡西尼”号还将多次在土星及其环系统之间穿行，科学家可以获得土星内部结构、土星磁波动及土星环物质来源的详细信息。

土星以其庞大、复杂的环系统而著称，土星环按照被发现的时间顺序以字母命名，从土星内侧向外，依次为D、C、B、A、F、G和E环，科学界对土星环的物质来源尚无确切结论。

美国航天局喷气推进实验室“卡西尼”号项目经理鲍勃·米切尔说：“‘卡西尼’号任务完成得非常棒，延长其任务期非常重要，因为土星充满了秘密，探索这些秘密并非轻而易举。”

(王奕首 供稿)

俄罗斯新款火星试验宇航服接受测试



新款宇航服当日在俄罗斯 Tomilino 进行测试。



这款宇航服将用于模拟在火星上行走之用。



俄罗斯新款火星试验宇航服接受测试。

2010年2月11日，一款为“火星500”试验计划开发的新款宇航服当日在俄罗斯Tomilino进行测试。据悉，这款宇航服将用于模拟在火星上行走之用。

(吴锤红 供稿)

日本宇航员在空间站大撒巧克力豆庆“节分”

新华网北京2月2日电（记者钱铮）没有大豆，就用巧克力豆代替。日本宇航员野口聪一1日在国际空间站大撒巧克力豆，迎接日本节日“节分”的到来。

日本把立春、立夏、立秋和立冬的前一日称为“节分”。因为立春是一年的开始，所以立春前一日的“节分”在4个“节分”中尤为重要。按照日本传统，在立春前的“节分”这一天，日本人将炒熟的大豆供奉完神灵后，就由本命年的人将大豆撒出去，意为驱鬼避邪，保佑一年无病无灾。

今年2月3日是立春前的“节分”。正在国际空间站工作的第22长期考察组成员野口聪一身穿红色T恤，戴上鬼面具，打扮成一个红鬼。因为空间站没有大豆，野口聪一就用彩色的巧克力豆“驱鬼”。

在日本宇宙航空研究开发机构公开的录像中，巧克力豆在无重力的环境下没有落下，而是缓慢地朝着四面八方飞散，最后消失在录像画面之外。

不过野口聪一的表演有一个“漏洞”。“扮鬼”与“驱鬼”至少是由两人完成，而野口聪一则是一人既“扮鬼”又“驱鬼”。日本宇宙航空研究开发机构希望观众享受来自国际空间站的节日祝福，不要细究为什么“鬼”自己撒豆“驱鬼”。

(王奕首 供稿)

美国宇航局将为国际空间站安装七扇窗的观光台

互联网刚刚于两周前到国际空间站安家落户，眼下宇航员们又将迎接一座新的“观光台”，届时他们能将地球的水秀山奇尽收眼底；同时还会安装一个生活舱，让宇航员用以锻炼身体，放松身心。



网易探索 2月6日报道 据《美国新闻》报道，来自美国宇航局消息——远离地球的生活从来没有这样惬意过，而且即将变得更加惬意。

互联网刚刚于两周前到国际空间站安家落户，眼下宇航员们又将迎接一座新的“观光台”，届时他们能将地球的水秀山奇尽收眼底。

这座有七扇窗户的了望台下周将由奋进号航天飞机运往国际空间站，一同送来的还有一座被称为“宁静港湾”的生活舱。搭乘6名宇航员的奋进号计划于周日凌晨4点39分发射，此行的倒计时已于周四正式开始。

虽然白宫取消了美国宇航局的“星座计划”，但国际空间站至少可以维持到2020年，而且相关的研究照常进行。航天局局长查尔斯·博尔登表示，他们的目标是“要充分利用空间站。”

在星期一预算方案公布之后，这位前航天飞机指令长评价说，“在我们为低地球轨道运行找到安全可靠的长期解决方案之前，有许多东西需要去了解。”

即将由奋进号送上去的“观光台”肯定能够极大地提高国际空间站上的生活质量。

譬如，当宇航员们在那座意大利制造的“宁静港湾”内锻炼身体时，他们就可以透过“观光台”的玻璃窗观看外边的风景。还有，当他们劳累了一天之后，可以将身子钻进5英尺高的瞭望塔放眼宇宙。

站在这座“观光台”里，航天员还能以360度的视角观察国际空间站，直接看到机器人在外面工作的情况。不过目前为止，当他们利用机械臂移动或安装大物件时，只能借助电视摄像机。

“在太空遥看地球是极其令人振奋的，”空间站的居民蒂默西·克里默认为。事实上，这是航天员们下班后消遣形式的首选，当然这是在互联网“升堂入室”之前。

本周克里默在电视联播中告诉学生们，“我们现在可以上网找资料，寻找其他的乐趣，”目前空间站有5位居民，2名美国人、2名俄罗斯人和1名日本人。上月底他们终于如愿以偿，可以上网了，从第一批航天员入住太空算起，时间差不多已经过了10年。

指令长杰弗里·威廉姆斯在自己的Twitter上这样写道，“如果有人问我上网后做的第一件事是什么？那就是给我妻子订购鲜花，”。“够牛的！来自太空的订单！”

“观光台”的直径接近10英尺，正好安装在“宁静港湾”的上方。

在此次任务的第三次也是最后一次太空行走时，将有两名字航员站在塔外朝里看，里面的9人将同时把脑袋和肩膀挤进“观光台”内朝外张望，届时他们的腿将飘浮在“宁静港湾”的上方。

航天飞机指令长乔治·扎姆卡介绍说，由于是在失重状态下，这样做起来易如反掌，而且比起那种比赛一座电话亭能挤进多少人的游戏要轻松许多。

“观光台”最大的玻璃直径31英寸，这也是有史以来太空飞行器上安装的最大玻璃窗，而四周的六块窗户呈梯形状。根据美国宇航局的要求，为了保护这些石英玻璃窗不被轨道碎片击碎，它们大部分时间应该处于关闭状态。这些玻璃的厚度达1.5英寸，四面有窗框固定。

尤其值得一提的是那座意大利制造的长23英尺的生活仓“宁静港湾”。之所以取这个名字是为了表达对阿波罗11号登月之旅的敬意。那一片宁静的尘埃之“海”就是尼尔·阿姆斯特朗和奥尔德林于1969年7月20日的降落地点。

事实上，这座新的空间站休息室本应该叫做科尔伯特。这是电视喜剧演员斯蒂芬·科尔伯特的名字，网上投票赞成用他的名字来命名，但美国航天局更喜欢用具有历史意义的称呼。结果科尔伯特被用来命名了一种跑步机，去年夏天一台科尔伯特跑步机被送上了国际空间站。

科尔伯特跑步机将被安装在“宁静港湾”，此外奋进号还携带了裱着数块非同寻常岩石碎片的牌匾。这些岩石先是由阿波罗11号宇航员从月球采集后带回地球，然后在去年春天，

前航天飞机宇航员斯科特·帕拉辛斯基又把它们带上了珠穆朗玛峰山顶。同时在这块牌匾上，还裱着一块当时从珠穆朗玛峰山顶采集的岩石。

当奋进号为期 13 天的飞行任务结束之后，国际空间站的建设工作近 98% 即将完成，以后航天飞机还剩下四次飞行任务。航天飞机的使命计划于 9 月底全部结束，但白宫表示，他们可以拖延到 2011 年，只要宇航局觉得有那个必要的话。

(吴锤红 供稿)

“智能灰尘”宇宙飞船可预警太空风暴

据英国《新科学家》杂志报道，一群“智能尘埃”航天器将发射至地球和太阳之间的最佳位置，它们将比传统航天器更早地提醒人们危险太空风暴的到来。近日，科学家宣称，智能尘埃航天器的第一批原型将最早于今年 5 月发射至低地球轨道。

美国纽约市科内尔大学机械工程师梅逊·帕克和同事贾斯廷·艾奇逊是智能尘埃航天器的设计者，这种航天器截面仅有 1 平方厘米，厚度为 25 微米，重量不到 7.5 毫克。这种航天器是模拟太阳轨道中的灰尘微粒设计的，并受从太阳释放的光子流驱动。通常情况下太阳辐射对普通体积的宇宙飞船产生可忽略不计的压力，但对毫米级大小的航天器却可产生较明显的压力作用。该微型航天器的沟槽边缘可以偏离入射光子流，确保航天器始终朝向太阳的方向。发射智能尘埃航天器十分容易，它们可以放置在一些人造卫星的尾部抵达“拉格朗日点 (Lagrange point)”，该区域位于地球和太阳之间，它是一种万有引力最佳平衡点，小物质可以在两个相对较大星体之间保持静态平衡。智能尘埃航天器是一种带有无线天线的小型太阳能电池板，它也可以当作一个太阳风传感器。

研究小组计划发射一群智能尘埃航天器至拉格朗日点，它们将负责监控太阳风强度，并预警任何即将出现的可能中断地面通信和电子系统的带电粒子风。当这些微型航天器抵拉拉格朗日点区域，随着它们逐渐接近太阳，将更清晰地感受到太阳辐射。帕克认为，智能尘埃航天器可以比一些大型太阳监控航天器提前 13 分钟获得监控数据。

未来几个月智能尘埃航天器将在科内尔大学进行地面测试，以检测其通信能力和耐久力。帕克称，我们期望能够证实这种指甲大小航天器的有效可行性。

(吴锤结 供稿)

实验发现少数地球生物能在宇宙真空中生存

新华网巴黎 2 月 1 日电 (记者李学梅) 宇宙空间深邃美丽，然而对地球上的生物却蕴

含“杀机”，无论是太阳辐射还是真空环境，都足以将生命消灭于无形。不过欧洲航天局日前通过太空实验发现，一些生命力超强的地球生物在宇宙真空中可以生存。

欧洲航天局1日发表公报说，为了探寻太空中生命存在的迹象，该机构在国际空间站的“哥伦布”实验舱内进行了一系列实验，其中包括在舱外悬挂12个手提箱大小的盒子。这些盒子里被放入664种生物和生物化学样品，观测时间为期18个月。

欧航局表示，目前所有实验已经结束，专家在对初步结果进行检验时发现，大多数生物都无法忍受宇宙间严酷的生存环境，但也有极少数生物存活了下来，比如水熊、卤虫和一种多足摇蚊的幼虫，其中适应能力最强是地衣植物丽石黄衣。

欧航局生物学家勒内·德梅斯说，生物之所以难在宇宙间存活，主要有两个原因：其一是水分在真空环境中会很快蒸发；其二是极端的气候变化和宇宙辐射的伤害。而这些能生存下来的生物都有特殊本领，比如丽石黄衣当身处不利于生存环境时，能自动进入“休眠”状态，等待环境改善。

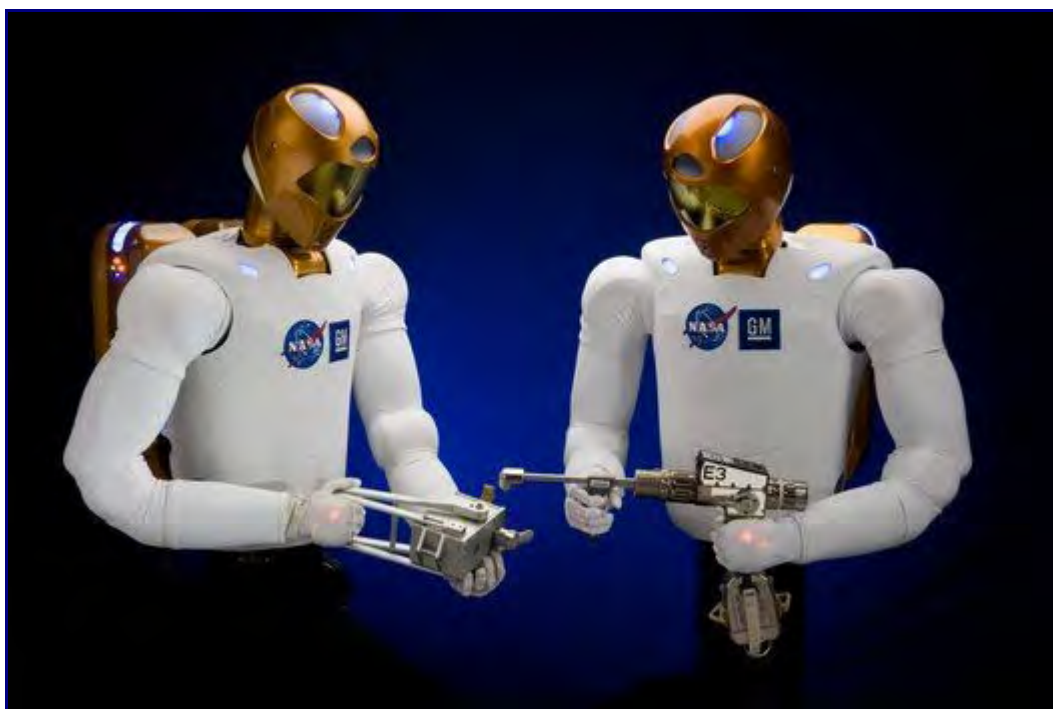
(王奕首 供稿)

NASA 研发出宇航员机器人 R2

R2 是通过由美国宇航局和通用汽车公司签订的太空行动协议开发的。它更快，更轻巧，更先进，能够用其双手所作的工作范围超过了此前的机器人。



NASA 研发出的机器宇航员 R2 诞生。



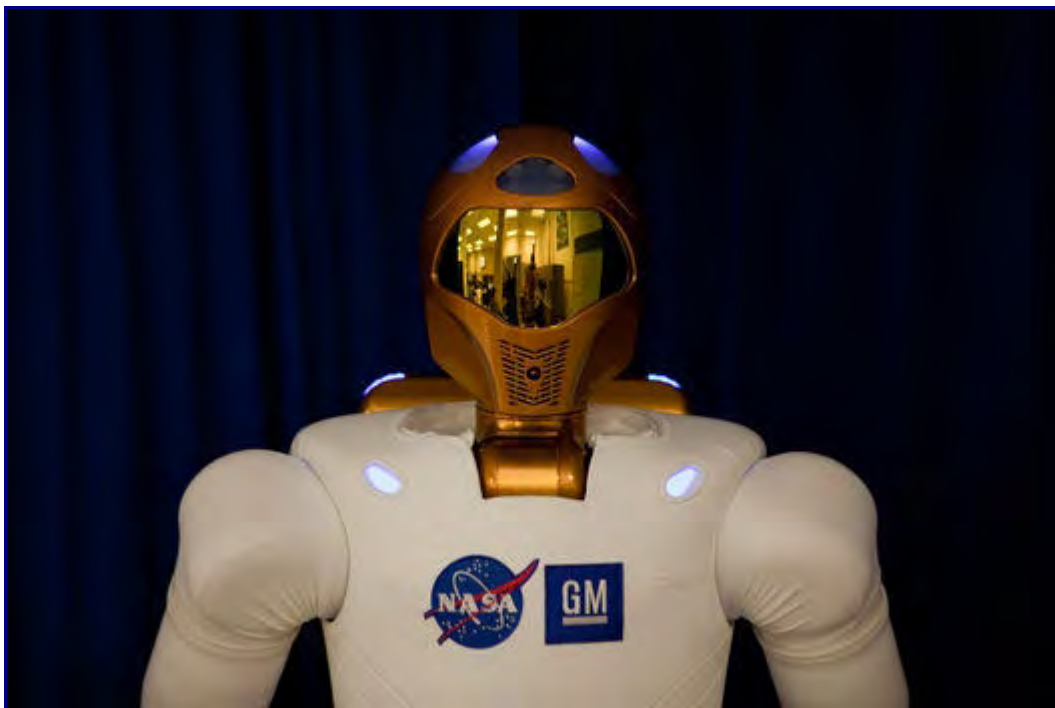
宇航员的新同事——机器宇航员 2 号可以使用和人类一样的工具，能够和人类一起在地球和太空安全工作。



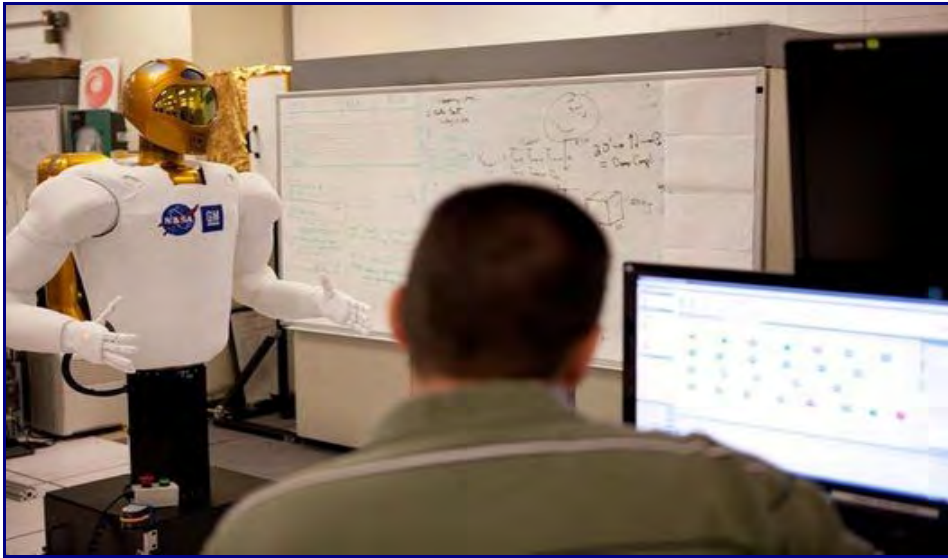
R2 不仅可以拿住东西，还能举起 20 磅重的东西（约 4 倍其他灵巧机器人可以做到的重量），擎来擎去都可以。



R2 正在用它的起重装置，显示它的擎举能力。



R2 被做成人一样的外形，是为了跟人一起工作，协助地球或太空的危险任务。



通用汽车公司的高级工程师 Chris Ihrke 正在约翰逊航天中心和机器宇航员 2 号一起工作。



R2 和通用汽车公司高级工程师 Chris Ihrke 手把手的合作。



机器宇航员 2 号正视图

(吴锤红 供稿)

印度成功试射“烈火 3”中程导弹 射程可达北京

核心提示：印度星期天在奥里萨邦海岸惠勒岛成功试射了一枚射程超过 3000 公里、可携带核弹头的“烈火-III”弹道导弹。来自印度国防部的消息称，该枚导弹是使用铁路机动发射装置发射的，“所有的任务参数都满足要求”。



印度第四次测试“烈火 III”系列导弹



资料图：印度“烈火-3”导弹

东方网 2月7日报道 据印度斯坦时报7日报道，印度星期天在奥里萨邦海岸惠勒岛成功试射了一枚射程超过3000公里、可携带核弹头的“烈火-III”弹道导弹。

来自印度国防部的消息称，印度该枚自行研制的地对地导弹是今天上午10时46分从靠近Dhamara的一处地点，使用铁路机动发射装置发射的。“所有的任务参数都满足要求，”该消息补充说，“试射是成功的。”

这是印度第四次试射“烈火-III”系列导弹，以验证该导弹的性能具备可持续性。

该消息来源称，今日试射“烈火-III”弹道导弹期间，布莱尔港沿岸及弹落点附近海军舰艇的各监测站、光电系统以及精密雷达全程监控了导弹飞行轨迹，以进行数据分析。

“烈火-III”导弹由两级固体推进系统动力。该导弹长17米，直径为2米，发射重量是50吨。（落晖）

相关资料：印度“烈火-3”弹道导弹

“烈火-3”是印度自行研发的射程为3500公里的中程地对地弹道导弹，能够携带重达1.5吨的核弹头。其火箭发动机技术水平大约相当于中国1960年代开始研制、1970年代研发成功的东风四号。

“烈火-3”型导弹可以覆盖包括北京、上海等重要城市的中国大部分地区，印度一位高官说是“针对印度(北方)头号敌人”。

2006年7月9日上午11点05分，印度军方在南部奥里萨邦的惠勒岛发射一枚该型导弹，第二级没有按时脱落，发射后5分钟、飞行了1000公里(不到三分之一射程)后跌落在印度

洋中。

2007年4月12日，印度奥里萨邦的钱迪普尔导弹发射场成功试射一枚烈火-3型导弹。

2009年11月23日夜间，印度在东部奥里萨邦沿海综合试验场首次夜间试射了一枚“烈火-2”中程弹道导弹，但由于技术故障，最终未获成功。

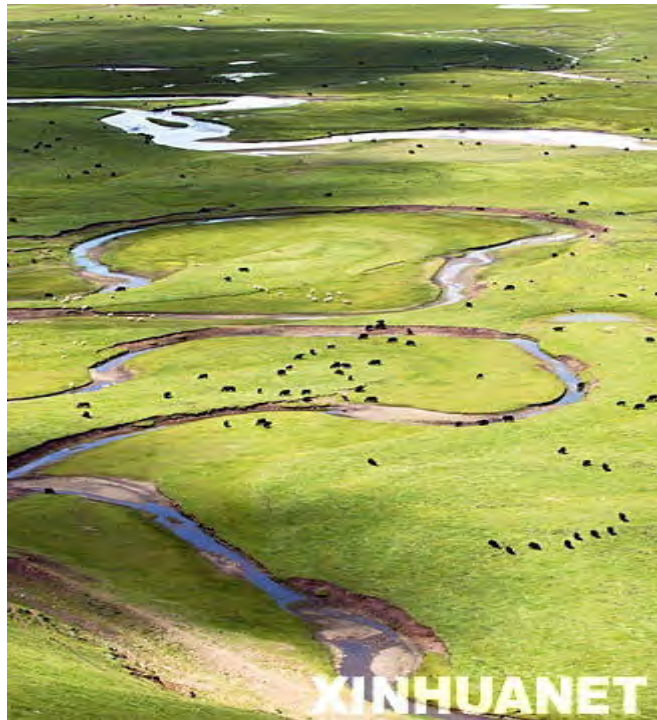
(吴锤红 供稿)

蓝色星球

甘南湿地萎缩沙化 “黄河之肾” 或成第四大沙尘源



几位牧民正在甘肃省甘南藏族自治州碌曲县尕海湖边休息。（2007年7月11日摄）新华社记者 张猛 摄



牛羊正在甘肃省甘南藏族自治州玛曲县草原湿地吃草。（2007年7月12日摄）新华社记者 张猛 摄

2月2日，世界湿地日。

以玛曲湿地为核心的甘南草原湿地素有黄河“蓄水池”之称，也是世界濒危野生动物黑颈鹤、白尾海雕等的主要栖息地，是全球生物多样性最关键的地区之一，也是全球气候影响的敏感区。

近年来，甘南的生态环境急剧恶化，雪线上升，草地大面积退化与沙化，湿地正在干涸萎缩。

黄河自青海省久治县门堂乡进入甘肃省甘南州玛曲县境内，形成了天下著名的“黄河首曲”。

据测算，黄河流入玛曲县时平均年径流量为137亿立方米，只占黄河总水量的20%，而流经玛曲境内再返入青海省河南县时，平均年径流量增加到164.1亿立方米，占黄河总水量的65%左右。

因此，玛曲县所在的甘南湿地素有“中华水塔”之美称，地处青藏高原与黄土高原的过渡地带。该湿地资源有沼泽、湖泊、泥炭、河流等类型，主要分布在玛曲、碌曲县境内，是长江、黄河上游重要的“蓄水池”，又被称为“黄河之肾”。

湿地萎缩，或将成为第四大沙尘源

近年来，甘南湿地一度被蚕食萎缩，湿地面积锐减，导致水源涵养能力降低，天然草原退化，土地沙化严重。

据水文资料，20世纪90年代以来，甘南段补水黄河能力已下降了15%。目前，玛曲境内28条黄河支流已有11条干涸，还有不少成为季节性河流，数千眼泉水干涸，数百个湖泊水位明显下降。

20世纪80年代初，甘南湿地面积为640.5万亩，现在仅剩约207万亩。原有的大部分水草滩已变成植被稀疏且草质很差的半干滩，有不少地方甚至变成了“黑土滩”。甘南州干旱缺水草场已扩大到670万亩，占全州天然草场面积的17.4%。

而甘南湿地的核心——玛曲湿地已由原有的99万亩锐减到不足30万亩。境内的尕海湖曾4次干涸见底，为当地历史记载所罕见。

2009年夏，《中国经济周刊》记者在前往玛曲河曲马场采访的途中看到：远处的草坡上牦

牛和羊群密密麻麻地啃食牧草，旁边则是一片已经沙化了的草地，格外刺眼。

草场的主人昂杰告诉《中国经济周刊》，那块沙化的草地最初也就一块帐篷大小，不过几年时间，已经扩大到几十个帐篷的大小。昂杰指着地上不到一寸长的牧草说：“往年这个时候，正值雨季，草已经长到两根指头那么高了。今年到现在一直干旱，草就长不高。”

玛曲县城以南，黄河桥头西侧的一处沙丘上，地方草原站的宗文杰站长指着脚下的沙化带说：“黄河沿岸已出现长达 220 公里的沙丘带，沙丘最高可达 15 米。”

更令人担心的是，在这片美丽的大河源头，沙化面积正在以平均每年 299 公顷的速度递增！

草场在不断的退化、沙化中，黄河首曲的生态也在急剧恶化。最为明显的案例就是生物多样性受到严重破坏，许多珍稀野生动物濒临灭绝。

在玛曲县，曼日玛、欧拉两个乡的可利用草场面积逐年减少，县城通往欧拉乡的道路由于沙化面临改道。沙化区的 2500 多名牧民，16.8 万只牲畜，已完全退出沙区。

宗文杰说：“每逢冬季多风季节，草原上黄河沿岸遍地沙丘滚滚，沙土被卷高达百米，扬沙波及数十公里。”

玛曲县畜牧局副局长杨林平提供的数据显示，该县 90% 的草场都存在不同程度的退化。根据甘肃省林勘院荒漠化监测中心的监测，从 1994 年到 2004 年的 10 年间，甘南草原平均沙化增长速度达到 3.9%，是甘肃全省沙化增长速度的 10.2 倍。

兰州大学干旱与草地生态教育部重点实验室杜国祯教授一直在关注这一严峻的形势。他说：“按照近 20 年的退化速度，不用 10 年，甘南州草地乃至青藏高原东部将成为中国第四大沙尘源。”

杜国祯称甘南湿地为“保护黄河中下游生态安全的绿色屏障”。他说，如果这个“屏障”被破坏了，刘家峡水库每十年就得清淤一次，否则，整个兰州将变成“海滩”。

玛曲县县长张志红则表示，随着草原的水源涵养功能和对黄河水量的补充作用不断削弱，势必给沿黄河各省区的工农业生产带来巨大的经济损失。

全民在行动

甘南州生态环境日趋恶化的现状，引起了社会各界的广泛关注。2001年，兰州大学等高校的9位专家上书国务院有关部门，建议尽快保护甘南生态环境。时任省委书记的苏荣明确批示，把甘南生态保护“做成一个大项目”。

就在那一年，原国家环保总局批准玛曲县为首批国家级生态功能保护区试点，同时委托专家、学者实地考察，收集资料，编制完成了《玛曲国家级生态功能保护区规划》和《甘南黄河上游重要水源补给区规划》。

2005年8月，原北京大学校长许智宏院士和中科院兰州分院院长程国栋院士等，深入玛曲、夏河、碌曲等地考察，随后12名院士联名上书中央，提出“黄河重要水源补给区甘南生态环境恶化亟需国家大力支持保护”。

在当地政府和专家的推动下，玛曲湿地的保护引起了国家层面的重视。《甘南黄河上游重要水源补给生态功能区保护与建设规划》被列入国家“十一五”规划，于2007年12月4日，获得国务院正式批复实施，项目总投资44.51亿元。

据介绍，该项目分近、远期实施，2006年—2010年，以草原、湿地为重点，尽快遏制生态环境急剧恶化趋势；2011年—2020年，以水源涵养和补给区为重点，全面恢复和增强黄河水源补给综合功能，走经济发展与生态保护良性循环的路子。

与此同时，社会各界保护甘南湿地的活动也此起彼伏。2007年3月，全国“两会”期间，人大代表、政协委员和专家达成共识，形成了甘肃省黄河流域水土保持生态建设的提案。

而在甘南，当地政府一方面实施“农牧互补”战略，通过专业化、规模化养殖减少草场载畜量。如玛曲县曼尔玛乡乔科湿地核心区的82户牧民已搬迁到萨合牧民新村。

另一方面通过发展畜产品加工业、旅游生态产业及第三产业，合理流转从事畜牧业者。如碌曲尕秀村牧民扎西草将自家牧场、牛羊流转承包给村上的养殖大户，自己则专门搞缝纫。

通过实施退牧还草工程，甘南1800多万亩草场得以围栏。在玛曲县尼玛镇，黄河岸边的沙丘上布满了密密麻麻的草方格，草方格里种上了星星点点的沙棘、柴胡、燕麦草。

近年，甘肃省政府对甘南黄河重要水源补给生态功能区的生态加大了治理力度，申请设立了多个自然保护区，并投入数亿元资金，实施了一系列生态保护工程，缓解了人为因素对生态的破坏，局部地区生态环境恶化的趋势有所缓解。

据了解，甘肃省“十一五”期间推动10项战略性重大工程的建设，总投资2500亿元。其中就有甘南黄河重要水源供给区生态保护与建设工程。

2009年3月，《甘南黄河重要水源补给生态功能区生态保护与建设规划湿地保护与恢复》等12个项目调研报告通过甘肃省发改委审查并批复。

《中国经济周刊》获悉：甘肃省发改委对湿地保护与恢复工程等12项目，归并后按10个项目分别进行了批复。

当地一位官员告诉《中国经济周刊》：“湿地保护与恢复工程等10个子项目的批复，为争取新增项目得到国家的支持奠定了基础，在国家拉动内需和支持藏区经济发展的优惠政策下，有望得到国家的支持和投资，先期启动安排一批成熟的项目。”

甘南州州长毛生武表示：这些项目的实施，为遏制甘南生态恶化趋势，起到重大作用，同时有利于进一步促进农牧民增收和生产生活水平的提高，推动社会经济结构转型，妥善解决生态移民问题。

在甘南碌曲县召开的若尔盖高原湿地保护委员会2009年年会上通过的《若尔盖高原湿地保护与可持续利用战略计划》，是有关各方联合出台的关于若尔盖高原湿地保护的第一张“路线图”。该计划对保护区范围内的甘南黄河重要水源补给区的生态保护与建设提出了具体要求。

可以预期的是，随着甘南黄河重要水源补给生态功能区生态保护与建设，一个生态环境良性循环、环境优美的新甘南将呈现在世人面前。

（吴锤结 供稿）

科学家发现 1500 年前巨型天体撞击地球证据



巨型小行星撞击地球的艺术效果图

北京时间 2 月 4 日消息，据美国《国家地理》网站报道，美国哥伦比亚大学一位科学家近日声称，她在澳大利亚发现了两个可能的撞击陨坑的证据。科学家根据这些证据得出研究结论认为，早在 1500 年前一颗巨型小行星或彗星在飞临地球时分裂出数个碎片，其中两个碎片撞向了澳大利亚境内形成了两个陨坑，这次撞击也同时造成了全球气候变冷。

卫星对澳大利亚东北部的卡奔塔利亚湾的观测数据显示，当地的海平面出现了细微变化。美国哥伦比亚大学海洋地球物理学家达拉斯·亚博特最新研究认为，这些变化都是当地海床存在撞击陨坑的迹象。根据卫星的观测数据，其中一个陨坑直径大约为 18 公里，另一个陨坑直径大约为 12 公里。

亚博特目前就职于哥伦比亚大学拉蒙特·多尔蒂地球观测站。数年来，亚博特一直坚持认为，卡奔塔利亚湾沿岸的 V 形沙丘是由一次天体撞击所引起的海啸造成的。亚博特说，“这些

沙丘就像箭头一样，指向它们的来源。”在卡奔塔利亚湾沿岸，这些沙丘聚集于一个独立的地点。就是在同一地点，亚博特发现了两次海平面下沉。

亚博特表示，她的最新研究成果是最近数个关于一次剧烈撞击事件引起全球气候变冷的线索之一。她认为，正是这次撞击事件导致全球变冷，进而严重影响了公元 536 年到 545 年间的农作物生产。根据这一理论，卡奔塔利亚湾撞击事件导致大量物质被抛起至高空的大气层，从而引发全球气温下降。关于当时全球气温下降的说法，已经根据欧洲和亚洲的树木年轮数据得到证实。此外，亚博特还认为，大约在同一时代，欧洲的罗马帝国正在没落，澳大利亚的土著居民见证和记录了这两次撞击。

根据最新研究，亚博特认为，这两个陨坑是由一个天体在接近地球时分裂成的碎片所形成的。能在卡奔塔利亚湾海床松软的沉积层上制造两个如此大的陨坑，这个原始的天体在分裂前直径应该大约为 600 米。

从卡奔塔利亚湾采集的矿石样本也有力地支持了撞击的说法。在此前的研究中，科学家发现了该地区的矿石中含有平滑的磁性小球体，这些小球体可能形成于天体爆炸之时。撞击天体登陆地球时发生爆炸，引起物质熔化并被抛向空中。此外，2004 年发表于《天文学与地球物理学》杂志上的一篇文章曾经指出，大约公元 500 年的全球气候变冷事件可能就是一次天体撞击所引起的。而该论文中所描述的天体大小和亚博特为卡奔塔利亚湾撞击事件所计算出的天体大小相近。

还有其他一些科学家认为，这次撞击事件还有目击证人，该地区土著居民的石雕艺术曾经记录过这一事件。不过，曾经考察过这些石雕艺术的科学家将在他们的论文发表后才愿意讨论其中的细节。澳大利亚麦考瑞大学博士生杜恩·哈马切尔虽然并没有参与过这些石雕艺术的考察工作，但是他最近通过研究证明，该地区土著居民的传说故事或许可以用来定位这些陨坑。

哈马切尔表示，“在澳大利亚《原住民梦幻》中，有许多关于炽热星体从天空中坠落并撞向地球的故事，这些撞击事件都造成了地球上生物的大面积死亡和灭绝。这些描述似乎表明，这些事件是有人见证的，而不是凭空捏造的。”尽管他的论文尚未发表，但哈马切尔根据一系列土著居民的传说故事，再配合谷歌地球，在澳大利亚北领地棕榈谷中定位了一个直径达 280 米的陨坑。

但是，仍然有一些专家在质疑亚博特的结论。亚博特曾经在美国地球物理学联合会于去年 12 月举行的一次会议上论述过自己的观点。美国圣地亚国家实验室物理学家马克·波斯劳夫认为，亚博特的观点存在的一个问题是，卡奔塔利亚湾中究竟是否存在这两个分散的陨

坑。如果一个很大的撞击天体在快接近地球时才破裂分离，那么分离出来的碎片在登陆地球时应该会非常非常接近。波斯劳夫表示，“即使它们已经分离，但实际上撞击效果和一个整体撞击一样，只会造成一个单一的陨坑”。此外，波斯劳夫还认为，亚博特和全新世撞击研究小组的其他成员所发现的撞击事件，比天文学家所计算出的可能的撞击事件要多。

亚博特和全新世撞击研究小组同事们辩解称，在全新世时代(大约 11500 年前到现在)发生了数次气候变化事件，这些事件实际上都是由撞击引起的，因此如此大的撞击事件事实上比我们目前所认为的要更常见。

波斯劳夫和其他一些科学家正在将一些小行星和围绕地球轨道运行的其他天体进行归类，并致力于计算太空岩石撞击地球的频率。波斯劳夫表示，“对于究竟有多少太空岩石可能撞击地球，以及撞击频率是多大，我们都已经有了清晰的认识。全新世撞击研究小组所声称发现的陨坑数量比天文学家所计算出来的结果要高出许多数量级。很难想象这些事件从何而来，而天文学家却看不到它们。”

于是，怀疑论者得出结论认为，全新世撞击研究小组所发现的这些陨坑可能原来只是火山坑。亚博特也承认，她的理论并非是 100% 能够得到证实。但是，她表示，“我们现在越来越能够证明，在过去 10000 年中，确实发生了许多撞击事件。”

(吴锤结 供稿)

探险南极洲干燥山谷 地球上最像火星的区域

北京时间 2 月 8 日消息，据国外媒体报道，一提到南极大陆，映入人们脑海的是白茫茫的酷寒之地。的确，南极洲大部分地区被厚达 4000 米的冰层覆盖。但是在南极洲有约 4000 平方公里的区域却无冰雪覆盖，分布着许多异常干燥的山谷。这里是世界上最干燥的地方，而且也是地球上最接近火星环境的区域。

这一区域被称为麦克默多干燥谷(McMurdo Dry Valleys)，位于南极洲麦克默多湾以西，由一系列山谷构成。之所以被称为干燥谷，是因为这里异常干燥，空气中没有一丝水汽，这里大约有 200 多万年没有过降水了。这一地区是地球上条件最严酷的荒漠，而且这里是南极大陆唯一没有冰雪覆盖的地方。时速 200 英里(约合 321 公里)的大风，几乎吹走了所有的水分，只留下光秃秃的不毛之地。不过就是在这样严酷的环境里，仍然在相对湿润的岩石内部发现了光合细菌。

科学家认为，干燥谷是地球上最接近火星环境的地方，对这里进行充分研究，会为以后的

火星探索工作提供极大便利，还可以为将来航天器登陆火星后所应从事的实验指明方向。

一些深入干燥谷进行探险、考察的科学家和研究人员拍摄下干燥谷照片，使我们得以领略这里的神奇和壮观。

1. 冰川雕刻而成



冰川雕刻而成

干燥谷是由冰川雕刻而成。随着冰川后退，谷底和谷壁暴露出来。谷壁最上层通常是由巨石、砾石和卵石构成，而且风化作用明显。下层由于冰层的作用而结合地非常紧密。

2. 谷底的沙丘



谷底的沙丘

有些山谷的谷底有海洋沉积物和沙丘。如这幅图片所示，这一山谷谷底分布有许多小沙丘。

3. 小溪流



小溪流

令人意外的是，在地球上最寒冷的地方还能发现流水。在干燥谷也能发现河流。在夏季，南极冰川消融，产生流水。正如南极洲最长、最大的河流缙玛瑙河，完全靠冰川融水补充水源。如图所示，干燥谷地区的一条小溪流，不过已经冰冻。

4. 永不结冰的小水塘



永不结冰的小水塘

在干燥谷有水体存在，大多数是高盐分的小水塘，而且永不冰冻。设想一下，在接近零下100度的严寒中发现不结冰的小水塘，多么令人惊讶。

5. 海豹干尸



海豹干尸

通过大多数照片能看出干燥谷非常干燥、寂静。但是当地的严酷、寒冷还是超出了人们的想象。如图所示，一只死海豹被冻得硬邦邦，已经变成一具完全脱水的干尸。

6. 冷冰冰的岩石



冷冰冰的岩石

如图所示，干燥谷地区嶙峋的岩石，给人以冷冰冰的感觉。

7. 和月球相似



和月球相似

干燥谷的一些地方看起来好像月球一般，比如这些肯纳谷(Kennar Valley)中的辉绿岩石柱。

8. 火山岩“迷宫”



火山岩“迷宫”

如图所示，这是由于约18亿年前火山熔岩喷发，由玄武岩构成的奇特地貌。

9. 画家在干燥谷写生



画家在干燥谷写生

并不仅仅是科学家会来到干燥谷。少量的游客被允许乘坐直升机从罗斯海(Ross Sea)进入干燥谷，到达一个特别指定的地区，这里靠近加拿大冰川(Canada glacier)。图中是名叫奈杰尔·布朗的画家，他专程来到干燥谷作画。

10. 外星球



外星球

干燥谷地貌非常奇特，而且令人着迷，和火星有许多相似之处。如果你梦想到外星球参观，这里或许是最接近梦想实现的地方。

(吴锤结 供稿)

美卫星捕捉华盛顿罕见百年暴风雪肆虐场景



这场特大暴风雪被当地人称为“末日暴雪” (Snowpocalypse) 或“雪魔” (Snowmageddon)。北京时间2月10日消息，据美国宇航局官网报道，2010年2月初，一场异常罕见的猛烈暴风雪袭击了美国包括首都华盛顿在内的中大西洋地区。这场暴风雪在华盛顿特区降下了数英尺厚的积雪，美国宇航局“陆地”卫星于近日捕捉到华盛顿及周边地区暴风雪肆虐的场面。

这场特大暴风雪被当地人称为“末日暴雪” (Snowpocalypse) 或“雪魔” (Snowmageddon)。首都华盛顿地区是重灾区，积雪达数英尺厚，数百万人被困室内多日。华盛顿街头到处散落着一些被积雪覆盖或因交通事故而被遗弃的汽车，出入华盛顿的数百次飞机航班被取消，甚至特区的地铁系统在部分地区也已被迫停止运行。

2010年2月7日，美国宇航局“陆地”卫星“中分辨率成像光谱仪”捕捉到这张真彩色图

片。图片显示了部分地区遭受暴风雪肆虐的情景。大雪覆盖了从大西洋沿岸向内延伸数百公里的广大内陆地区。不过从图片上看，在纽约所处的纬度地区，积雪相对较薄。

当地政府建议市民最好呆在室内，但是仍有数十万户家庭遭遇断电的困境。据美国《华盛顿邮报》报道，这场由暴雪所引起的“停滞”将可能会持续到本周中。更值得关注的是，天气预报称第二轮暴风雪可能即将来临。在周一早晨，政府部门办公室仍保持关门状态，许多街道仍然无法通行。气象专家预计，这次暴风雪有可能成为百年来降雪量最大的一场。

(吴锤结 供稿)

美科学家发现新型火山闪电 持续时间仅数毫秒



美科学家发现新型闪电(图片提供: Bretwood Higman)

北京时间2月9日消息，据美国《国家地理》网站报道，一种可能是由火山作用引发的闪电现象长期以来令科学家大惑不解，这其实并不奇怪：此类闪电只有约3英尺(约合1米)长，持续时间仅数毫秒。不过，借助先进的仪器，美国科学家经过两个月的精心研究，最终证实了阿拉斯加里道特火山最近一次喷发期间的“微小火花”。

当里道特火山在 2009 年 1 月早些时候开始显露喷发迹象时，美国阿拉斯加火山天文台的火山地震学家史蒂夫·麦克纳特(Steve McNutt)和同事匆忙在火山口附近安装了各种仪器。麦克纳特曾在 2006 年阿拉斯加州奥古斯汀火山喷发期间观测到类似火花。他表示，里道特火山的数据证实火山闪电确实存在。

据麦克纳特介绍，新发现的闪电加入到另外两种火山闪电的行列：一种是有时伴随着喷发的更大、更壮观的“天然焰火”，另一种则属于中间类型的闪电，后者从火山口喷射而出，长度约为 1.8 英里(约合 3 公里)。麦克纳特说，当水滴和冰粒与火山羽状带电灰烬相互作用时，两种更大、更明显的闪电出现，从而形成某种“肮脏的雷暴”。

目前尚不清楚更小的闪电是如何形成的，一种可能性是带电硅石(岩浆的成分之一)从地壳喷射而出，与大气相互作用的结果。佛罗里达大学闪电专家马丁·乌曼(Martin Uman)指出，很难说麦克纳特研究团队观测到的火花是否确属一种新类型的闪电，这是因为闪电没有科学定义，基本上就是任何形式的发电过程。

乌曼表示，某种程度上讲，从触摸门把手时产生的静电冲击到照亮木星湍流大气的巨大雷电，几乎所有的火花都有可能被认为是闪电。他说，这种模棱两可或许是件好事，“称其为闪电更具吸引力，科学家同样具有这种感觉。”据乌曼介绍，无论你怎么称呼它们，火山口附近的微小火花对预测火山喷发可能都有帮助。

当火山显露出喷发的迹象(这被称为先兆事件)时，科学家可以在火山口附近安装仪器，通过观测火花预知火山喷发，这样一来，当局就能提前获得相关警示信息。这种警告对空中交通非常重要，因为火山释放的灰烬对喷气发动机尤其有害。乌曼说，观测闪电事件还给人带来视觉上的完美体验：任何类型的火山闪电“都是超级华丽的篇章”，“是最令人不可思议的自然现象之一。”乌曼没有参与麦克纳特团队的研究。

(吴锤结 供稿)

谁绑架了科学？ IPCC 遭遇史上最强信任危机



IPCC 主席帕乔里一夜之间就从防止气候变暖的英雄变成操纵气候科学的阴谋家。梁伟驰/漫画

为何在哥本哈根会议结束还不到三个月，国际社会就出现对 IPCC 的从技术到道德层面的精确打击？

从“曲棍球门”、“气候门”、“冰川门”到如今的“亚马逊门”，隐含在这些争议背后的是，IPCC 报告日益成为国际气候谈判的角逐对象。

公众对于 IPCC 这个组织及其评估报告声誉和权威性产生疑惑，这也为气候谈判政客们留下了更大的回旋、谈判余地。

名词解释

IPCC 是 Intergovernmental Panel on Climate Change 的简称，中文译为联合国政府间气候变化专门委员会。它在 1988 年由世界气象组织、联合国环境署合作成立，专责研究由人类活动所造成的气候变迁。

IPCC 本身并不进行研究工作，也不会对气候或其相关现象进行监察。其主要工作是发表与执行《联合国气候变化框架公约》有关的专题报告。而这些报告是各国气候谈判工作的基础。

IPCC 连遭信任危机

IPCC 再陷“亚马逊门”。

上周六（1月30日），继“冰川门”之后，英国媒体《星期日电讯报》披露：在 IPCC 第四次报告中所指出的“气候变化将威胁到 40% 的亚马逊雨林”，此结论再次援引了世界自然基金会(WWF)的报告，原报告作者声称他们的依据来自《自然》杂志。但很快人们发现，原文指出这一威胁来自砍伐，并非来自气候变暖。“又是‘灰色文献’惹的祸。”国内一位参加了多次 IPCC 工作报告撰写的专家感叹道。灰色文献指那些非公开发表的会议文集、论文、报告、档案等文献。

WWF 的报告，正是所谓的“灰色文献”。

细数目前针对 IPCC 报告的质疑，问题几乎都出在了“灰色文献”上。

就在“亚马逊门”发生的十天之前，IPCC 就喜马拉雅冰川融化时间的错误正式公开道歉：承认其在第四次评估报告中，关于“喜马拉雅冰川融化速度要比世界上其他任何地方都快，如果地球继续暖化，它们可能在 2035 年消失”这一结论，所依据的科学数据来源可疑。

这也是迄今为止，在众多质疑中，IPCC 惟一承认的错误。

关于冰川融化的结论也是来自 WWF 的 2005 年年度报告，而这一结论又来自 1999 年《新科学家》杂志对印度冰川学家赛义德·哈斯奈英进行采访的报道，后者已经坦言，《新科学家》的文章很大程度上曲解了他的意思。

引用了未经“同行评议”的非政府组织报告，这一问题与“亚马逊门”如出一辙。所谓“同行评议”是指一位作者的学术著作或计划被同一领域的其他专家学者评审。

目前针对 IPCC 报告的质疑，几乎全部集中在了由第二工作小组撰写的关于“影响和适应”报告中，而这一部分，相比较而言，也是引用“灰色文献”最多的部分。

IPCC 报告由三个小组负责编撰。其中，第一工作组评估气候系统和气候变化的科学问题；第二工作组评估社会经济体系和自然系统对气候变化的脆弱性、气候变化正负两方面的后果和适应气候变化的选择方案；第三工作组评估限制温室气体排放并减缓气候变化的选择方案。“对于某些领域，如果一定要求‘同行评议’的论文，研究成果可能会非常少。另外除了英语论文，还有一些以其他语言发表的研究论文也希望能够被 IPCC 报告所引用。

”

第四次 IPCC 报告的主要作者之一、中国气象局国家气候中心副主任罗勇解释说。

在上述两种情况下，IPCC 鼓励作者参考和引用“灰色文献”和非英语文献。

然而，在喜马拉雅冰川融化一章的撰写中，接受南方周末记者采访的专家坦言，不仅缺乏相关的研究成果做支撑，执笔作者也没有冰川研究的背景，这些原因都导致了该章的作者引用 WWF 这一缺乏根据的报告时，未能仔细甄别。“一连串的不幸事件导致了这一错误。” IPCC 副主席让-帕斯卡尔·范伊佩尔塞勒不无惋惜地对南方周末记者说。在接受某英国媒体采访时，范伊佩尔塞勒曾表示在报告撰写完成之后，一位来自澳大利亚冰川学者的邮件指出了这一错误，但可惜的是，这封邮件最终没有给到“正确的人”手中。

错误的时间，错误的人，似乎顷刻间，IPCC 这一长期处于神坛之上的组织就成为了众矢之的，其公信和权威性受到巨大挑战。

“反 IPCC”运动汹涌而来

回顾过去三个月的风波，日本科学家 TakaHiraishi 至今仍然无法理解。“第四次评估报告已经发表两年之久了，为什么这么多的质疑声集中在现在？” TakaHiraishi 在接受南方周末记者采访时说。

事实上，自从 IPCC 诞生之时起，围绕 IPCC 及其评估报告的争议就一直未曾间断过。

从 1989 年全球气候同盟(Global Climate Coalition)的成立，到乔治·马歇尔学院和如今的反 IPCC 主要阵地——非政府间气候变化专门委员会(NIPCC)和气候监测网(Climate Audit)，过去 20 年间，这些组织的质疑声一直伴随着 IPCC。

第一次众所周知的“地震”，来自“气候监测网”的创始人斯蒂芬·麦金太尔。2001 年，在 IPCC 第三次评估报告完成之后，这个被 IPCC 科学家们斥为“根本不具备科学家资质”的美国人，质疑了报告中所引用的来自美国科学家曼(Mann)的一条近千年的北半球平均温度曲线的正确性。而这条描述了 1000 至 1900 年间近似于直线变化的温度曲线，在 2006 年被证实确实存在数据误差。

这也是一系列“门事件”的开始——这次事件被称为“曲棍球门”。麦金太尔和他的“气候监测网”如今成为了 IPCC 专门的“纠错员”，指出了 IPCC 报告中的很多数据漏洞。

去年12月初，哥本哈根气候变化大会召开前所爆发的“气候门”事件——黑客进入英国东吉利大学气候研究部门(CRU)获取大量的邮件，从中发现了修改气候数据的丑闻——可谓曲棍球门之后的又一个反 IPCC 的高潮。

与此同时，NIPCC 和美国哈特兰德研究所分别出版的报告，则干脆对 IPCC 进行了全面的批判与否定，主要反对“现代气候变暖是人类活动造成的”这一主流思想。

事实上，即使是 NIPCC，也未曾否认过气候变暖以及人为的因素，两边的科学家们更多地是在争论：变暖的速度有多快，人为的影响到底有多大。

有意思的是，在纷繁的科学争论背后，对于“利益冲突”的指责也开始调换了对象。

20年前，IPCC 指责“全球气候同盟”这样的组织充斥着代表石油公司利益的声音；20年后，矛头调转了方向，气候变暖否定论者和 IPCC 的反对者们开始怀疑 IPCC 从一开始就存在人为操控，并怀疑 IPCC 现任主席帕乔里存在利用冰川数据中饱私囊。

对此，IPCC 副主席让-帕斯卡尔·范伊佩尔塞勒告诉南方周末记者，他亲自去欧盟核实，帕乔里所在能源机构是否存在通过错误的冰川融化数字申请拨款，“我被告知根本没有这回事”。

走向国际谈判舞台

为何在哥本哈根会议结束还不到三个月，国际社会就出现对 IPCC 的从技术到道德层面的精确打击？

面对过去三个月里的集中质疑，IPCC 副主席让-帕斯卡尔·范伊佩尔塞勒打了一个比

方，他说，这就如同 20 年前，烟草公司试图质疑烟草和癌症之间的关系一样。“气候变化谈判越来越重要，IPCC 传递的信息对某些人很不利，因此才要想方设法泼污水。”范伊佩尔塞勒对南方周末的记者这样说道。

事实上，从 1990 年 IPCC 发布第一次评估报告开始，就推动了 1992 年《联合国气候变化框架公约》的制定，自此也揭开了 IPCC 与气候变化国际谈判密切相关的历程。

伴随着气候谈判议题的变热，IPCC 在气候变化谈判中起到的关键作用，逐渐也被更多的人

了解。2007年，IPCC发布第四次评估报告，首次明确指出“过去50年的气候变化很可能是由人类活动引起”，这一结论将国际社会对于气候变化问题的关注提升到了前所未有的程度，这也直接促成了2007年底联合国气候变化大会召开，为“巴厘路线图”的形成提供了科学依据。

更重要的是，第四次评估报告为减排目标这一核心问题提供了科学依据：“巴厘路线图”中发达国家2020年在1990年基础上减排25%—40%目标范围的表述，就源自IPCC第四次评估报告。

而且，自2007年以来，欧盟、澳大利亚、美国、日本等国家为应对气候变化所提出的新主张和国内政策，皆依赖于第四次评估报告的基本结论。

发生于哥本哈根大会前夕的“气候门”事件，显然就是这一博弈的结果。“冰川门”事件后，美国《时代》杂志意味深长地说，“虽然不存在人为操纵的确凿证据，但是对于气候变化怀疑论者，这也许并不重要。”

IPCC 报告背后的角力

所有的人都抬头看着前方的大屏幕，屏幕上显示的一行行字，正在讨论的一句话、一个字或者一个标点符号，都被标示为黄色。与会的代表手中都有一个牌子，发表意见时举牌示意，“这句话不妥，应该删除”，有代表立刻举牌发言，“不，应该保留。”这并不是已经结束的哥本哈根谈判现场。事实上，这是两年前的IPCC第四次评估报告的一次评审大会的一幕。屏幕上的文件是经过高度浓缩，由一千多页简化成最后十几页的《决策者摘要》。台下坐着的有科学家，也有各国政府代表。

对IPCC评估报告的审议，奉行“协调一致”的原则，这意味着只要有一个国家说不同意，那就没法通过。往往就一个字或者一个说法产生了争议。罗勇说，在巴黎的一次讨论会，18页的摘要一共花了4天的时间讨论，最后拖至凌晨。“会场上大家谈的都是科学问题，但实际上一听就知道背后有着明显的政治诉求。”参加过IPCC第四次评估报告撰写的罗勇深有体会。

以第四次评估报告决策者摘要中这样一句话为例：“20世纪中以后的大多数观测到的全球平均温度的升高，非常可能源于观测的大气二氧化碳浓度的增加……”现在看到这种表述是与会的各国专家和政府代表数次修改和妥协的结果。

这句话正是第四次评估报告最核心和最关键的结论。发展中国家和发达国家的政治诉求不

同，自然反映在对文本的表述上：欧洲国家比较倾向于表述写得很强烈；而发展中国家往往更强调不确定性的一面。

在评估报告的决策者摘要中给出平衡的表述，正是 IPCC 秉承地理平衡、政治平衡以及协调一致原则的目的。正因为 IPCC 评估报告的主要结论在气候变化谈判中的作用越来越重要，发达国家和发展中国家两大阵营围绕 IPCC 评估报告的争论变得越来越激烈。

气候变化情景分析一直是 IPCC 屡遭气候变化怀疑论者“诟病”和抨击的重点对象。考虑到各种情况下的温室气体排放数量和途径，情景分析直接关系到各个国家的减排责任和义务的分担情况。发达国家和发展中国家等不同的利益团体，对此有着截然不同的诉求。

这也就不难理解，为什么近年来的针对 IPCC 报告的科学争议大多集中在情景、2 度阈值（即 2 度是人类社会可以容忍的最高升温）等热点问题上。

事实上，无论是“气候门”、“冰川门”还是“亚马逊门”，都无法从根本上撼动 IPCC 的整体结论。以最严重的“气候门”为例，即使忽略有篡改数据嫌疑的英国东吉利大学气候研究部门(CRU)的全球温度序列，仍然有来自美国国家气候资料中心和戈达德空间研究所的数据在有利地支撑着“近百年全球地表温度具有升高趋势”这一结论。

受到影响的，只是公众对于 IPCC 这个组织及其报告声誉和权威性产生疑惑，这也为气候谈判政客们留下了更大的回旋、谈判余地。

（吴锤结 供稿）

科学家提出月球起源新理论 地球核爆炸促使地月分离



相似性：月球登陆器所发现的样本显示，月球物质的化学组成与地球几乎相同。

北京时间2月1日消息，据英国《每日邮报》报道，月球是如何形成的以及如何进入地球轨道的，这些问题长期以来一直困扰着科学家。目前，最普遍的一种理论是，当太阳系最初形成时一个天体与地球相撞，撞下了一块巨型岩石并落入地球轨道从而围绕地球公转。最近，南非和荷兰的两位科学家又提出了一种新的理论和解释。他们认为，月球并非是由于太空撞击或太空爆炸所造成的，而是由于地球自身的一次核爆炸而从地球分离出去的。

南非西开普大学科学家罗伯·德·梅耶尔和荷兰阿姆斯特丹自由大学科学家维姆·范·维斯特伦恩是根据一种核裂变理论提出这种最新观点的，这种核裂变理论早在19世纪初就有科学家描述过。该理论认为，地球和月球都来自宇宙中同一滴旋转的熔岩，后来一部分分离出去形成了如今的月球。然而，除了撞击原因以外，当时的科学家无法用其他理由来解释形成月球的那一部分熔岩是如何分离出去的。

两位科学家认为，形成月球的那部分熔岩是在地球的一次核爆炸中脱离出去的。在他们的最新研究论文——《月球起源的另一种假设》中，两位科学家解释说，如果月球是由于一次撞击性的外部力量而从地球分离出去的话，那么它应该由撞击天体和地球的某些物质组成。他们说，“太阳系进化的模型显示，地球的化学组成和撞击天体的化学组成不可能是同样的。”

然而，近期探测到的月球标本显示，月球在化学组成上几乎与地球是相同的。这一发现表明，月球的分离过程没有撞击天体的介入。科学家们在研究论文中解释说，“月球的化学组成与地球越相似，说明月球越有可能是直接形成于地球物质。”

因此，科学家们相信，造成月球直接从地球分离出去并进入轨道的能量是由地球地幔边界的一种超临界反应堆所产生。这种反应堆产生足够的热量使得地球上的硅酸盐等物质被蒸发并喷射出去。美国《科技新时代》杂志科学家克雷·迪洛维也支持两位科学家的观点。迪洛维认为，“根据他们的解释，地心引力在地球的赤道平面附近的地表浓缩了大量的重金属，如铀和钍等。当这些重金属积聚到足够多，浓度足够大，就会产生一种失控的核链式反应，这和核电站的某些原理有些相似。”

迪洛维解释说，“通过这种方式，一种自然形成的地球核反应堆被推到了超临界水平，然后就会爆炸。月球从地球分离出去后，被巨大的核爆炸力量推动进入公转轨道。当然，这种理论很难检验。但是，我们确实知道地球核反应堆的存在，它所产生的遗留物就是我们如今开采的铀矿。”

梅耶尔和维斯特伦恩认为，要想证明他们的理论，需要依靠未来的月球探测任务带回月球更深内部的物质样本。

(吴锤结 供稿)

美宇航局照片显示迪拜人造岛不断合并下沉



宇航员拍摄的一幅空拍照，展示了坐落于迪拜沿岸的世界群岛，看上去还是与真正的世界地图存在很大差异。



在 2009 年迪拜世界群岛项目停工之后，群岛内的不同岛屿似乎呈合并趋势。



这幅图片展示的是期望中落成后的世界群岛呈现的景象。

北京时间2月2日消息，据英国《每日邮报》报道，文中刊登的照片展示了著名的迪拜人造群岛——世界群岛，由国际空间站上的一名字航员拍摄。在第一幅图片中，位于右侧的就是世界群岛，坐落于迪拜沿岸的浅水域。世界群岛为我们呈现了雄心勃勃的迪拜工程师眼中的世界是怎样一番景象，但在向这个浩大工程投以惊讶和关注目光的同时，我们也不禁为它的命运感到担忧。

世界群岛由300座岛屿组成，这些岛屿构成了一幅世界地图。在2003年动工之时，很多人认为明星大腕和超级富豪会疯狂抢购世界群岛。据说，安吉丽娜·朱莉和布拉德·皮特就曾考虑购买“埃塞俄比亚”。

房地产开发商 Nakheel Properties 在5年内完成为世界群岛打地基的工作，期间共动用110亿立方英尺(约合31亿立方米)沙子和4700万吨石料。但从现在的情况来看，这项浩大的工程似乎永远没有真正竣工的那一天。

美国宇航局“地球观测站”网站报道称：“这个‘世界’并没有所谓的基础设施开发，这一点在宇航员拍摄的照片中非常明显。”2009年，在人造泻湖内进行的建造工作停止前进脚步，世界群岛网站也表现出一种不祥的安静。网站最后一次更新是在2008年10月1日，宣布世界群岛已经完成打地基工作。

2009年11月，Nakheel Properties 母公司迪拜世界提出推迟偿还260亿美元债务的要求。就在这一项目被正式推迟之时，群岛内的岛屿也快速合并同时出现下沉趋势。这对于棕榈岛(位于第一幅图片左侧)来说也算是一个好消息。棕榈岛这个王冠上的明珠亚特兰蒂斯酒店耗资8亿英镑，于2008年投入运营。这个豪华的度假胜地内有一家巨大的水族馆，每晚入住费用高达1.3万英镑。

Nakheel Properties 的乔·席塔曾经预言：“棕榈岛将成为迪拜最重要的游览胜地之一。”但由于全球经济衰退，包括 Donald Trump 在内的很多酒店开房商搁置了他们的棕榈岛开发计划。长久以来，迪拜的发展便遭到环保人士的指责，他们认为建造人造岛将对珊瑚礁产生不利影响，甚至会改变水流，同时将矛头直指不断增长的水电消费量。

世界群岛的照片由空间站第22远征队的一名队员于2010年1月13日拍摄，所使用的照相机是售价3000英镑的尼康D2Xs，焦距为400毫米。在此之后，他又对照片进行处理以增强对比度。宇航员有责任拍摄一些能够让科学家和公众产生巨大兴趣的地球照片。文中这幅照片将迪拜所做的最大蠢事暴露无遗，绝对可以吸引所有公众的目光。

(吴锤结 供稿)

卫星图像：哈萨克斯坦的 Chiyli 陨石坑

资料来源：美国航天局

编译：马志飞 (Beijing Institute of Geology)

在哈萨克斯坦西部的草原，咸海东北大约 320 公里（200 英里）处有一个巨大的陨石坑，名为 Chiyli 陨石坑。从卫星上看，陨石坑显得很小时，但是非常清晰——在干旱的陆地中为同心环状景观，这是外星物体在数百万年前撞击地球的直接证据。

图 1 为美国航天局 Terra 卫星上的高级星载热辐射和反射辐射计 (ASTER) 在 2007 年 10 月 10 日捕捉到的 Chiyli 火山口伪彩色图像。图像中，植被为红色，水体呈蓝色，很少或没有植物生长的土地为土黄色。河道相比于周围环境而言非常突出，主要是因为植被坚守住河道两岸，聚集在这里生长，特别是在图像的东南方向更为突出。

Chiyli 陨石坑的同心环心的海拔其实比环外圈要高，一些外星物体撞击地球的时候通常会发生土地的反弹，而在陨石坑中央形成山峰。

Chiyli 陨石坑估计已有四千六百万年的历史了（前后浮动约七百万年）。该陨石坑形成于始新世——一个比现在暖和得多的时代，当时的亚热带气候范围一直延伸到北极圈附近。



图 1: 哈萨克斯坦的 Chiyli 陨石坑远景 (图像来源: NASA)



图 2: 哈萨克斯坦的 Chiyli 陨石近景 (图像来源: Google earth)

高清图像

哈萨克斯坦的 Chiyli 陨石坑

(马志飞 供稿)

卫星图像：苏弗里埃尔火山继续活动

资料来源：美国航天局

编译：马志飞 (Beijing Institute of Geology)

近日来，火山灰经常笼罩在加勒比海上空，因为这里的苏弗里埃尔火山仍在继续活动。

过去的几个周里，联合空军与陆军气象信息网 (the Joint Air Force & Army Weather Information Network) 已经每天向西印度群岛发出数次火山爆发公告据蒙

特塞拉特火山观测站（**Montserrat Volcano Observatory**）的报道，此次火山爆发主要表现为熔岩流和火山碎屑流，其中一部分还到达了海洋。

该自然色的卫星图像由美国宇航局 Aqua 卫星上的中分辨率成像光谱仪（**MODIS**）在 2010 年 1 月 31 日拍摄，显示的是火山灰柱正盘绕在蒙特塞拉特岛上。

蒙特塞拉特岛（**Montserrat**）是南美洲北部加勒比海中小安的列斯群岛（**Lesser Antilles Islands**）岛链中的一个岛屿。这里的许多岛屿都是火山岛，大体上沿着加勒比板块分布在板块边界的边缘（北美洲和南美洲板块）。加勒比板块俯冲于北美洲板块之上，由于板块碰撞，加勒比板块的地幔熔化，产生的岩浆上升至地表，于是形成了苏弗里埃尔火山和小安的列斯群岛的其他火山。



高清图像

苏弗里埃尔火山继续活动

（马志飞 供稿）

《自然》：地球也能“撼动”小行星

该发现有助于找到阻挡可能撞击地球的小行星的办法



像许多小行星一样，Ida 243 具有不规则的形状以及松散的构成。
(图片提供：NASA)

研究人员发现，尽管不是作为对恐龙灭绝的补偿，但是地球引力似乎破坏了路过此处的小行星的表面。这一研究成果将帮助科学家改善他们对于这些小天体构成的认识，并有助于找到阻挡那些可能撞击地球的小行星的办法。

据美国《科学》杂志在线新闻报道，很长时间以来，对于小行星——位于太阳系内侧的火星与木星轨道之间的数以千计的行星碎片——的一种普遍看法是它们由固体岩石或金属构成。对于小行星马铃薯般的外表，天文学家解释说这是它们和邻居频繁碰撞造成的结果。然而最近的观察表明，小行星实际上是由非常微弱的引力凝聚在一起的砾石堆。这些引力是如此微弱，以至于它们有时居然会短暂地一分为二，并又在数千年后重新聚合在一起。

如今，研究表明，近地小行星（NEA）——其轨道接近甚至穿越地球的轨道——是如此的脆弱，在与地球引力遭遇时，它们的表面随时都会垮掉。这一想法的形成源于一次奇异的观测。在太阳风粒子持续不变的轰击下，大多数小行星都会表现出淡淡的红色，这一过程被称为太阳风化。然而就像科学家所说的那样，近乎半数 NEA 的表面看起来却很新鲜，并没有太阳风化遗留的痕迹。

一个研究小组在最新出版的《自然》杂志上报告说，有关小行星新鲜表面的一个可能解释就是这些小行星的表面遭到了地球引力的破坏。研究人员追溯了已知每颗没有太阳风化特征的 NEA 的轨迹。参与此项研究的美国剑桥市麻省理工学院（MIT）的行星科学家 Richard Binzel 指出，“当我们回溯到 50 万年前时，每颗新鲜的小行星都曾以非常近的距离飞越地球”——大约在 10 万公里以内，相比之下，其他 NEA 则距离地球数百万公里之遥。

到底发生了什么？Binzel 解释说，即便是来自一颗行星的非常温和的引力也足以搅动小行星风化的表面。他说：“这就像你在摇晃路边的一个肮脏的雪堆。这会使一些新鲜的雪翻到雪堆的顶部，从而让表面看起来又新鲜又光亮。”

Binzel 说，他和同事正在密切关注将于 2029 年与地球相遇的小行星 Apophis。到时候这颗直径 270 米的天体将以 35000 公里的距离飞越地球——甚至小于一些通讯卫星的高度。他说，这次飞越“将是一个非常有趣的经历”。Binzel 表示，空间机构或许能够在小行星的表面设置一个装置，从而“告诉我们像 Apophis 这样具有潜在危险的小行星是如何凝聚在一起的”。他说：“如果一颗小行星正沿着与地球碰撞的轨迹运行，搞清它们如何形成将有助于我们找到使其发生偏转的办法。”

美国科罗拉多州博尔德市西南研究所的空间科学家 William Bottke 指出，这一发现揭示了有关小行星物理进化的大量信息。他解释说，更多了解太阳风化以及与地球的近距离接触如何改变小行星的外貌，将更加有利于研究源自小行星，并与其一道坠落在地球上的陨星。这将使在地面上获得的陨星与在太空中研究的小行星具有同样的价值。

（吴锤结 供稿）

英科学家称人类源自 38 亿年前外星微生物

北京时间 2 月 4 日消息，据英国《每日电讯报》报道，英国著名科学家、加的夫大学教授钱德拉·威克拉马辛赫得出惊人论断，人类不过是从外太空迁居地球的外星人。这位科学家表示，新研究得出的发现能够压倒性地支持人类起源于地球以外区域的观点。

身为天体生物学家威克拉马辛赫指出，第一批“生命种子”在 38 亿年前从太空驾临我们的地球。外太空的微生物搭乘彗星来到地球，而后不断繁殖进化并最终促成人类的产生。他发现的证据显示，人类以及地球上其它所有生命的起源都可追溯到搭乘彗星前往地球的外星生物。在彗星撞击地球之后，它们开始在这颗蓝色星球上生根发芽。威克拉马辛赫发现的证据刊登在剑桥大学《国际天体生物学杂志》（**International Journal of Astrobiology**）上。

他说：“是的，我们都是外星人，拥有共同的宇宙血统。每一次有新的行星系统形成，一些幸存的微生物便搭乘彗星前往其它星球，而后在这颗星球上繁殖进化。我们只是宇宙中一个巨大链条的组成部分。相关证据无情地指向这个方向。”

威克拉马辛赫认为，生命体在数十亿年内从一颗行星迁居到另一颗行星。彗星在撞击行星的同时也把活物质送入太空。在此之后，一些幸存者开始迁居新的行星，整个过程历时亿万斯年之久。但他同时也承认这一模型仍无法解释最初的生命如何产生。

自 20 世纪 60 年代以来，这位教授及其已故同事佛瑞德·霍伊勒便支持所谓的“胚种论”。他说：“天文学证据能够压倒性地支持这一观点，即地球上的生命并非起源于地球，而是来自外太空。虽然我们并不知道最初的生命如何产生，然而一旦产生，它们便在宇宙中扩散，其中一些得以幸存变得不可避免。在进入一个新十年，也就是 2010 年之际，我们要明确宣告人类可能拥有外星人血统，地外生命的存在遍布整个宇宙。”

（吴锤结 供稿）

宇宙探索

《纽约时报》刊发一组浩瀚宇宙壮观照片

北京时间2月4日消息，美国《纽约时报》网站近日刊发了一组壮观的太空照片，反映了浩瀚宇宙的美丽、神奇。

1. 仙女座星系



仙女座星系

仙女座星系是距离银河系最近的大星系，是位于仙女星座的一个巨型旋涡星系。仙女座星系是根据其所在的仙女星座命名的，又名 M31，因为它是著名的梅西耶星团星云表中的第 31 号弥漫天体。仙女座星系直径为 22 万光年，而银河系直径为 10 万光年。

2. 猫爪星云



猫爪星云

因为宛若巨大的猫爪，这一星云被称为猫爪星云，其实是由星际空间的气体和尘埃结合成的云雾状天体。猫爪星云堪称“宇宙托儿所”，在过去数百万年间，这一区域诞生了大量质量可达太阳 10 倍的恒星。猫爪星云之所以呈现图中所示颜色，是由电离的氢气所致。

3. 相互碰撞的触角星系



相互碰撞的触角星系

如图所示，这两个长有“触角”的星系正在发生碰撞。这两个星系分别为 NGC 4038 和 NGC 4039 星系，是目前已知的互相之间距离最近的星系。科学家通过研究后发现它们在数亿年以前便开始合并，而且在宇宙中展现了无比壮观的景象。科学家认为，这两个长“触角”的星系合并是研究星系合并最好的例子。而且科学家还认为，星系长“触角”是两个星系之间相互撞击的结果。通过研究这两个触角星系相撞，可以更好地预测 25 亿年后银河系和我们的邻居仙女座星系之间撞击后会有什么结果。

4. 船底座星云博克球状体



船底座星云博克球状体

如图所示，这是船底座星云中神奇悬浮的博克球状体(Bok Globules)。所谓博克球状体是由氢气、氦气和硅酸盐尘埃形成的似岩浆的云状物，或许是恒星诞生的场所。在船底座星云，类似的博克球状体到处可见。在船底座星云大恒星——船底座伊塔星(Eta Carina)辐射的雕刻下，博克球状体更为凸显。在图中船底座伊塔星并不可见。

5. 创造之柱



创造之柱

如图所示，“创造之柱”是美国宇航局哈勃太空望远镜拍摄的最为著名的照片。所谓“创造之柱”实际上是指天鹰座星云中形成恒星的区域，它非常壮观绚丽。借助更为精确的色彩数据，这是对其色调进行调整后得到的图片。图中可以看到，电离的氢气分子在星云中心蓝巨星发出的紫外线作用下，从由气体和尘埃形成的柱状物边缘“蒸发”。

6. 女巫头星云



女巫头星云

在亮星参宿七的照射下，女巫头星云(Witch Head Nebula)好像一缕烟雾贯穿波江星座。波江星座距离地球约 700 光年。

7. 船底座星云



船底座星云

如图所示，这是在船底座星云奇特的云体。在由尘埃和气体构成的突出的末端，能够看到赫比格—哈罗天体(Herbig—Haro objects)。所谓赫比格—哈罗天体是高速气体喷流，是新恒星诞生的副产品，而新诞生的恒星还隐藏在云体中，无法看见。

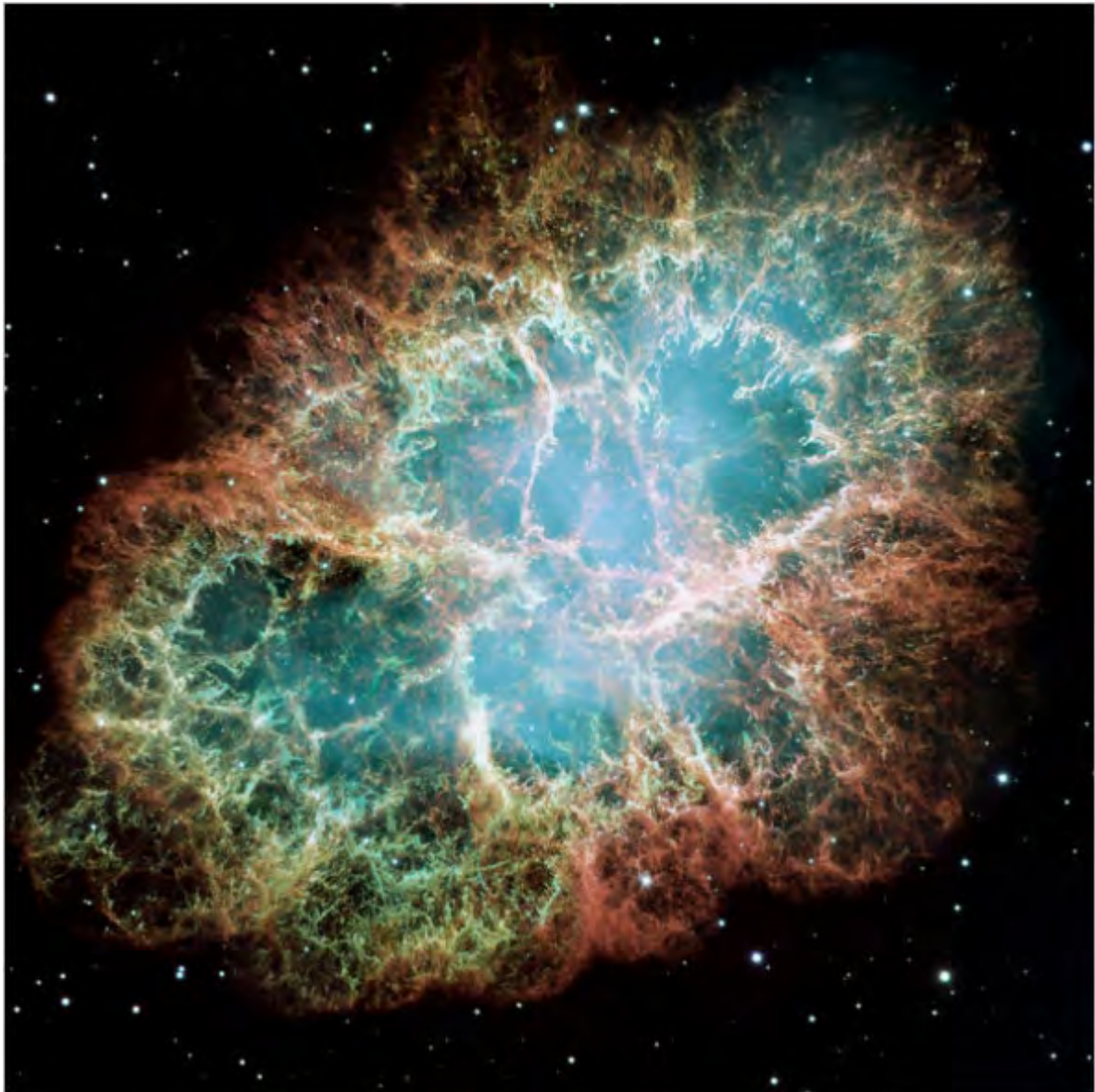
8. 锥体星云



锥体星云

如图所示，锥体星云(Cone Nebula)绚丽的蓝色和红色交相辉映。锥体星云又称 NGC 2264 号星云。NGC 2264 区域有能量超强的蓝色恒星，正是它们发出的蓝光照亮了星际尘埃颗粒，使得该星云部分呈现蓝色，而红色来自被电离的氢气。

9. 蟹状星云



蟹状星云

像海绵般的蟹状星云是距地球 6000 光年的一颗恒星爆炸残余，有 6 光年宽。由于威力巨大，人们在公元 1054 年就发现了这场大爆炸。蟹状星云主要是由被电离的氢气和氦气构成，还有碳元素、氧元素、氮元素和其他原子的存在，因而产生了图中所显示的奇特色彩。

10. 马头星云



马头星云

壮观的马头星云其实是从猎户座分子云延伸而出的寒冷的气体和尘埃喷射。“马头星云”也称为巴纳德(Barnard)天体 33，是一寒冷的暗尘埃云。暗色的马头高约1光年，主要来自浓密的尘埃遮掩了它后方的光，不过马颈底部左方的阴影，是马颈所造成的阴影。

11. “贫血”星系



“贫血”星系

旋涡星系 NGC4921 是一种罕见的旋涡星系，被科学家形象地描述为“贫血”星系。由于该星系几乎不诞生新恒星，因此呈现出可怕的半透明状态。

12. NGC 6559 星云



NGC 6559 星云

NGC 6559 星云很好地展现了恒星生命循环的早期状态。在这里有恒星生产线，星际分子云崩塌形成新恒星，并渐渐将剩下的气体和尘埃推回去。

13. 鹈鹕星云



鹈鹕星云

如图所示，这是鹈鹕星云。因为看起来像一只鹈鹕，所以被命名为鹈鹕星云。在该星云上部区域，似乎被雕琢过的形状其实是气体和尘埃在年轻、活跃的恒星的侵蚀下而形成的。从年轻亮星所发出的高能量光线渐渐地将鹈鹕星云的冷气体加热成热气体，使得冷热气体之间，形成一层向前移动的电离气体锋面。电离气体锋面不断后退，由于较冷气体和尘埃填充电离气体锋面后退留下的真空，所以形成了延伸几光年的“卷须”。

14. 蛇形星云



蛇形星云

在蛇夫座可看到一条蜿蜒的暗带，称为“蛇形星云”，又称为巴那德 72 号天体，是众多由分子气体和星际尘埃组成的暗黑吸收星云之一。主要由碳组成的星际尘埃颗粒吸收了大部分的可见星光并在红外波段辐射出去。象蛇形星云这样的分子云是新生恒星可能诞生的地方。蛇形星云距离我们 650 光年，在天空占据了相当于满月那么大的地方。

15. 玫瑰星云



玫瑰星云

美丽的玫瑰星云 NGC 2237，是一个距离我们三千光年的大型发射星云。星云内丰富的氢气，在年轻亮星的激发下，让 NGC 2237 在大部分照片里呈现红色的色泽。玫瑰星云中心有大恒星星团提供燃料。在玫瑰星云中心，3000 立方光年的气体被加热到华氏 1000 万度高温，不过这里只有太阳核心温度的一半。

(吴锤结 供稿)

2 月上演三大天象 火星"访问"鬼星团不容错过

新华网南京 1 月 31 日电 (记者蔡玉高、周润健) 中科院紫金山天文台研究员王思潮向记者通报，2 月天宇将上演三大天象，其中最精彩的当属火星“访问”鬼星团。

今年年初以来，火星一直比较活跃。在1月上演了冲日好戏后，2月5日，火星将近距离接触巨蟹座的疏散星团M44。王思潮介绍，M44在我国古代被称为鬼星团。因为它“如云非云，似星非星，见气而已”，是传说中死灵的聚居地。事实上，它是由500多颗恒星组成的疏散星团，距离地球约520光年。

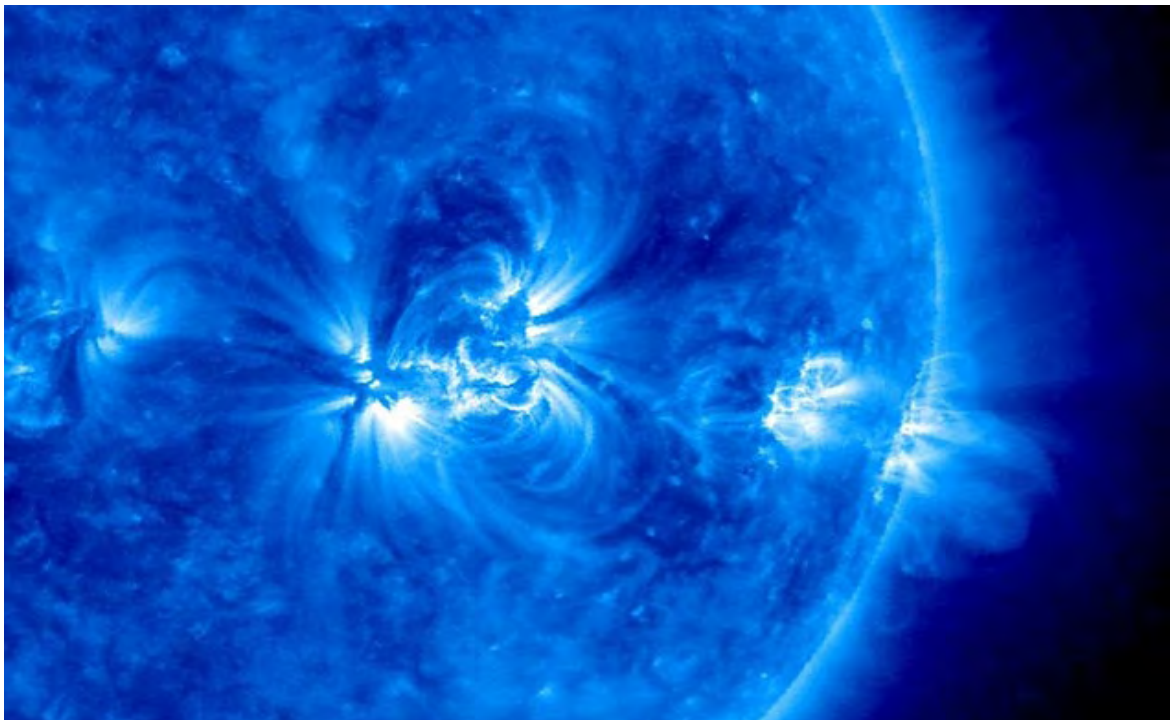
王思潮介绍，2月5日当晚，如果天气晴朗，公众可在火星周围不远处观察到一个隐隐约约的星团，像一团星星，又像一团雾气，发射出青白色的光芒，烟气蒙蒙，很具观赏价值。

2月的天宇还将上演一场流星雨。2月8日半人马座阿尔法流星雨极大。王思潮介绍，该流星雨的活跃期从1月底可一直持续到2月下旬，根据目前的预报，它的极大有可能发生在北京时间2月8日中午13时许，对于我国公众来说，当天黎明前或许是较佳的观测时机。

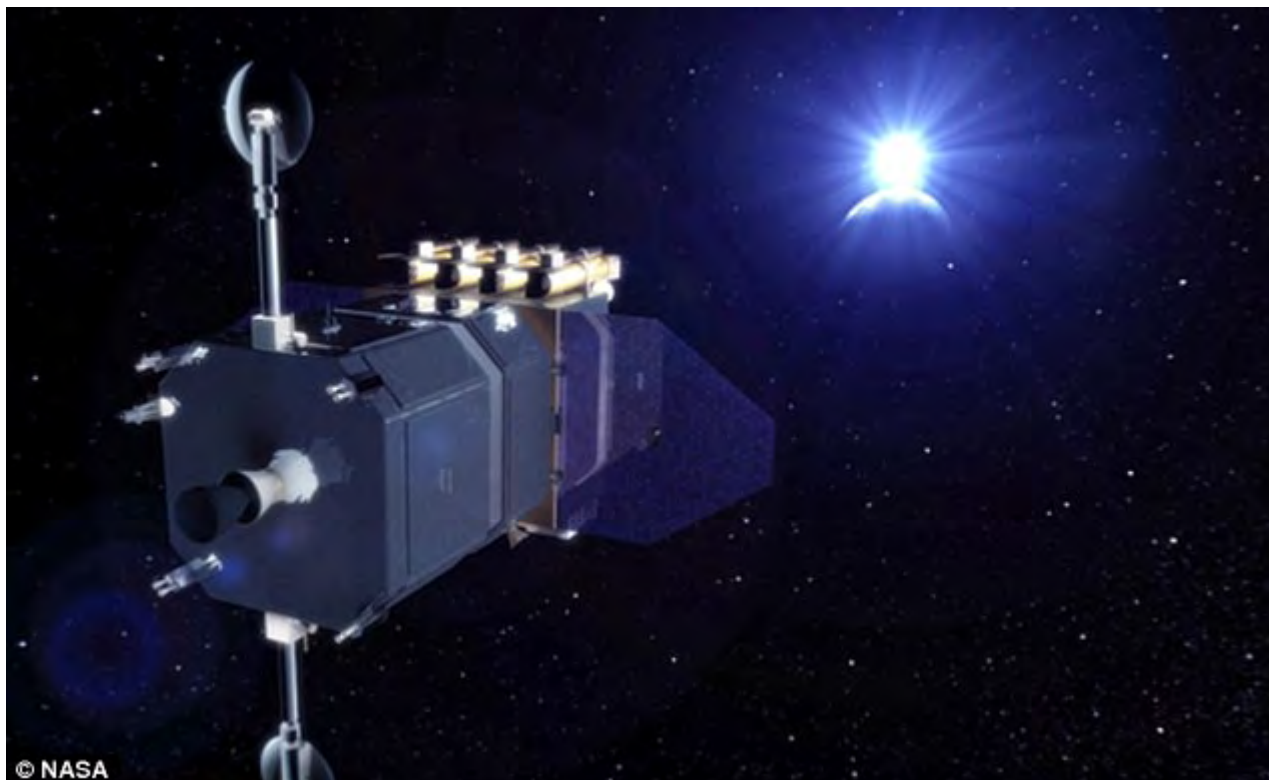
被称为灶神的一颗小行星将于2月21日进行“冲日”表演，届时，天文爱好者可以借助双筒望远镜或小型天文望远镜，对其进行观测。此后20天内，公众仍可觅其芳踪。灶神星（Vesta）也叫第四号小行星，它是天空最亮的小行星，亮度达到6星等。

（王奕首 供稿）

太阳风暴或破坏2012年奥运会 新卫星将准确预测



科学家通过认真分析期望能够更好地预测太阳活动性。



太阳自动观测仪将向地面发送高清晰太阳图像。

据英国《每日邮报》报道，近日，太阳物理学家警告称，2012年太阳风暴很可能中断2012年在伦敦举办的奥运会。

此次专家电视采访是在2月9日太阳自动观测仪（SDO）发射前进行的，这颗美国宇航局最新发射的太空卫星将发布比高清电视节目清晰10倍的太阳高清晰图像。该观测仪使用紫外线设备以每0.75秒的频率对太阳进行拍摄，每天太阳自动观测仪向地面传送的图像数据相当于下载50万首乐曲的容量。随着勘测记录时间的积累，该观测仪将形成更多的科学数据，远超出美国宇航局历史上任何一次天文勘测任务所记录的数据。

参与这项勘测活动的英国科学家能更好地预测中断地球通讯的太阳风暴，太阳自动观测仪可能提供至关重要的太阳活动数据，因为在2012年伦敦奥运会期间将迎来11年周期的太阳活动峰值。

英国卢瑟福·阿普尔顿实验室理查德·哈里森教授接受记者采访时说：“当2012年达到太阳风暴最高峰时，强烈的太阳磁场作用力将遍布整个太阳，伴随着冠状喷射物，太阳将释放巨大的能量云。太阳将携带10亿吨的太阳物质以每小时160万公里的速度向外太空喷射，像这样的太阳风暴可以中断人造卫星通讯，导致地球发电网络瘫痪，中断通讯系统。”他

强调称，对于 2012 年太阳风暴的出现，我们十分担忧，它很可能对同时期在伦敦举行的奥运会产生很大的影响。

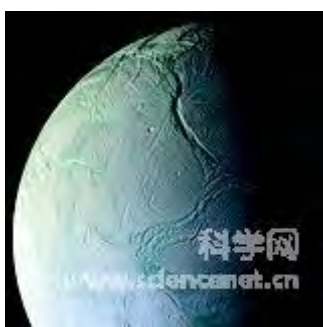
哈里森教授指出，像太阳自动观测仪这样的太空任务无法预防太阳活动，但可以帮助我们进行一些准备工作。比如可以提前关闭至关重要的人造卫星的电路和技术系统。然而我们无法阻止这一事件的发生，但我们预先知道事件的发生可做好保护性措施。

卢瑟福·阿普尔顿实验室的工程师在两个太阳自动观测仪中装配了 6 个摄像仪的电子系统，它可以控制和运行大量的数据信息。

卢瑟福·阿普尔顿实验室项目主管莎拉·比尔兹利说：“太空任务需要特殊的光线和紧密的节能装置，该装置必须符合严格的设计和制造条件。目前我们非常成功地设计出了这种电子系统盒，它已成功地装配在美国宇航局即将发射的 GOES-R 气象卫星的电子摄像仪上。”

（吴锤结 供稿）

科学家破解土卫二喷冰之谜



研究人员终于搞清了是什么让土星的卫星土卫二（如上图）向太空中喷涌出几百公里的冰柱。

据美国《科学》杂志在线新闻报道，就像一盏冷却了的熔岩灯，地下的热量随着潮汐力缓慢地聚集，导致被部分融化的冰涌向地表。这便形成了巨大的间歇泉。研究人员在 1 月 10 日的《自然—地球科学》网络版上报告了这一发现。这一骚动融化并再造了 40% 的土卫二的冰表面，但是发生在这颗卫星的变化正在逐渐慢下来。基于卡西尼号探测器 5 年的观测以及计算机的最新模拟结果，研究人员推断，土卫二的熔岩灯将很快暗淡下来，并且在未来 20 亿年的时间里保持安静。

（吴锤结 供稿）

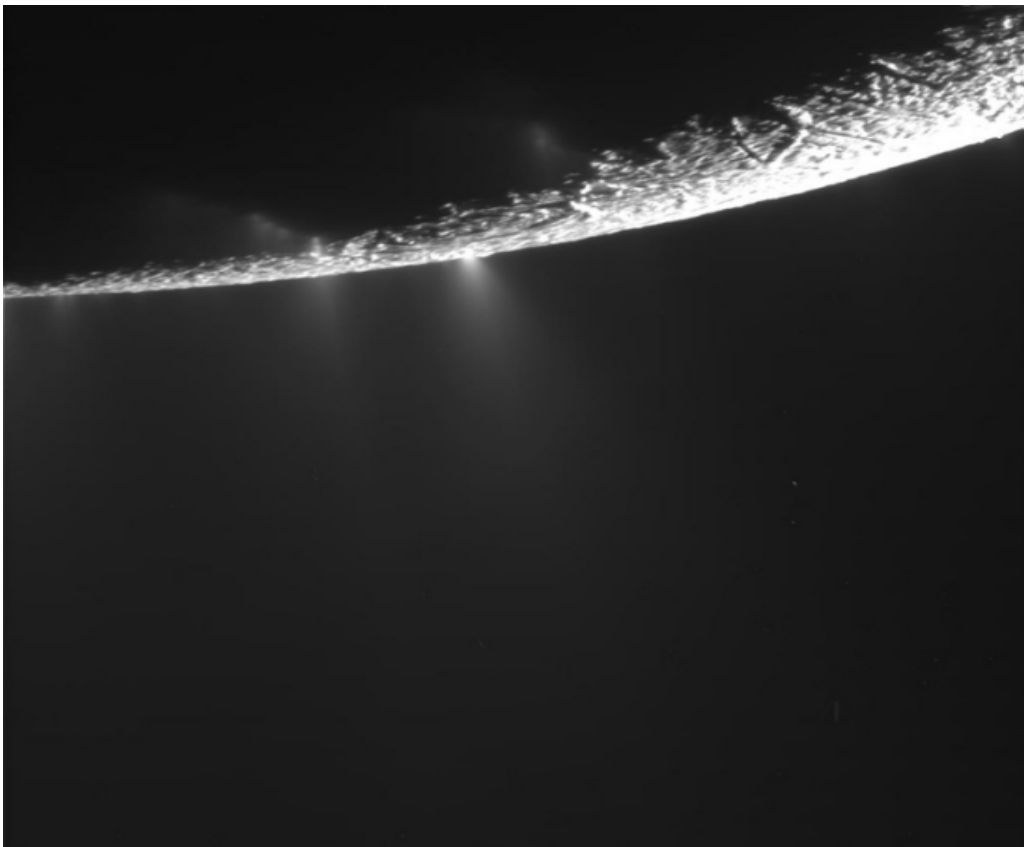
土卫二奇美照片：羽状喷流蕴藏大量秘密

北京时间2月13日消息，据美国《连线》杂志网站报道，土星卫星——土卫二“恩克拉多斯”是太阳系最令人着迷的星球之一，因为它是太阳系内最可能发现存在支持外星生命必需物质的星球。最近，定期掠过这颗小卫星的“卡西尼”号飞船现传回了更多数据证明土卫二存在“地下海”。

观测显示，土卫二的南极边缘存在活跃的物质喷发，这也构成了壮观的土星光环一部分。2008年，“卡西尼”号在一次近距离飞越时穿过土卫二羽状喷流，并获得观测数据。

尽管土卫二直径约为500公里，只有另一颗土星卫星“泰坦”的1/10，但是它已经令人深深着迷。如今，“卡西尼”号的寿命延长到2017年，计划还将11次掠过土卫二，我们相信“卡西尼”号定会发回更多精彩的土卫二照片，得到更多有价值的数据以揭开其神秘面纱，让我们拭目以待。以下是“卡西尼”号自2004年开始对土卫二展开观测以来所捕捉到的精彩照片。

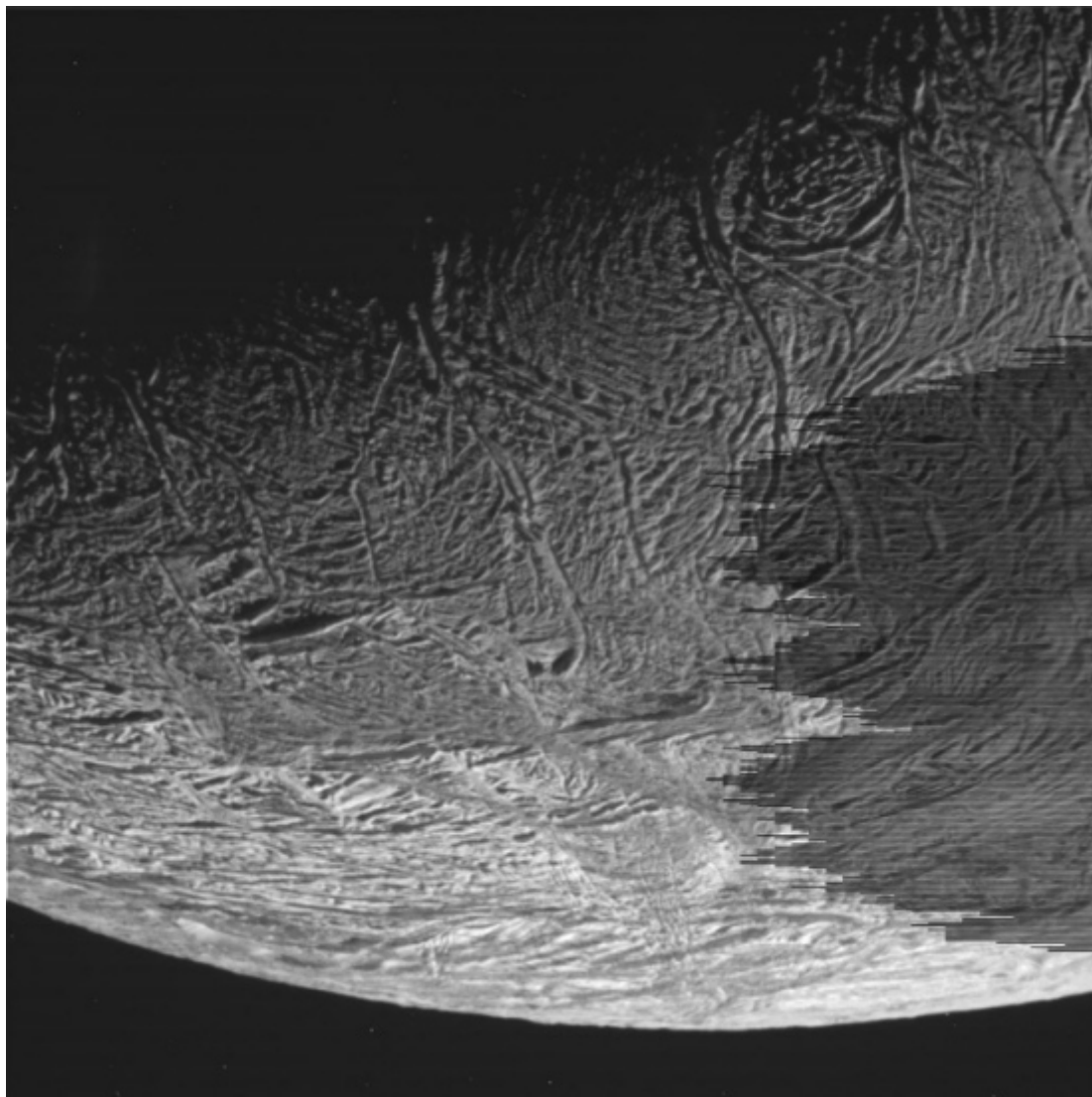
1. 冰粒和水蒸汽从土卫二的多冰地表裂缝中喷出



冰粒和水蒸汽从土卫二的多冰地表裂缝中喷出

如图所示，冰粒和水蒸汽从土卫二的多冰地表裂缝中喷出。照片是由飞掠土卫二的卡西尼号所拍摄的。“卡西尼-惠更斯”土星探测任务是由美国宇航局、欧洲航天局和意大利航天局三方联合实施的一个航天项目。

2. 表面遍布山脊和谷地



表面遍布山脊和谷地

这张土卫二多冰地壳原始图片显示，土卫二表面遍布山脊和谷地。土卫二上的沟槽通常有几百米宽，但是一些裂缝有125英里(201公里)长，6英里(9.6公里)宽，深达半英里(804米)。由于在土卫二上的沟槽区域通常没有撞击陨坑，因此它们的形成时间应该不超过100万年。这表明，活跃的地质运动形成了土卫二的地壳，正如构造板块运动形成了地球地壳一样。

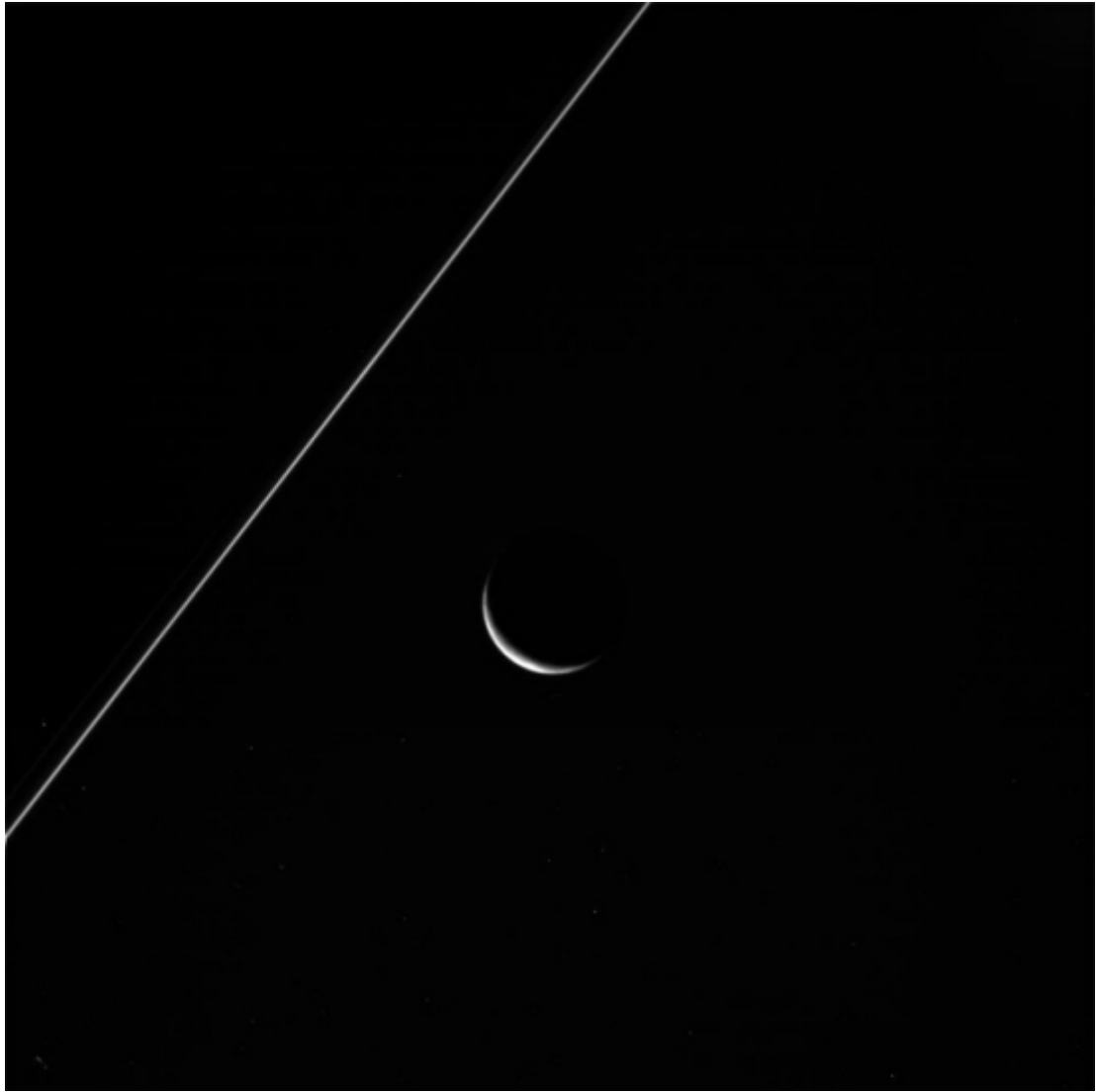
3. 寒冷、明亮的卫星



寒冷、明亮的卫星

土卫二又名“恩克拉多斯”，是土星冰环上的一颗闪亮星球，在离土星最远的一个环绕轨道运行。“恩克拉多斯”是太阳系中已知的最亮的卫星，因为它上面覆盖有新的冰。由于反射了大量的太阳光，这颗卫星的表面非常寒冷，温度可达华氏零下 325 度，比其他土星卫星要冷。

4. 宛如新月

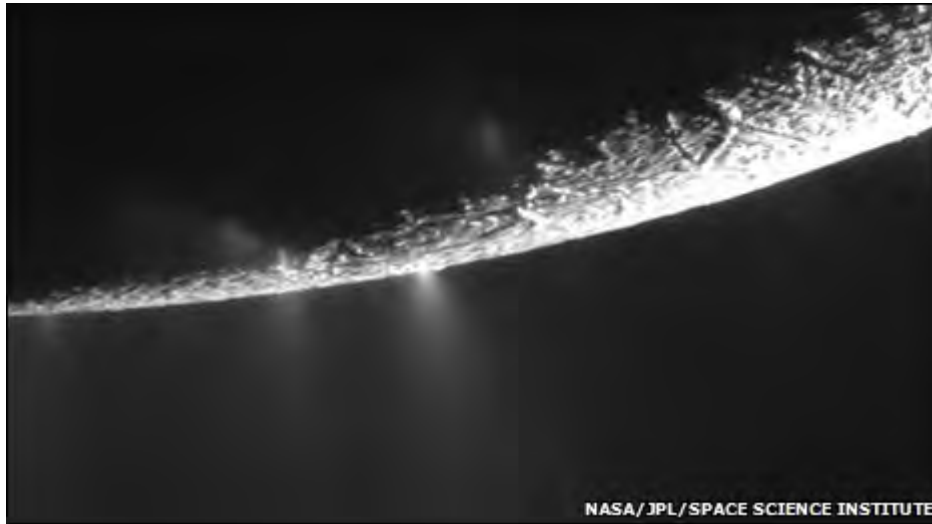


宛如新月

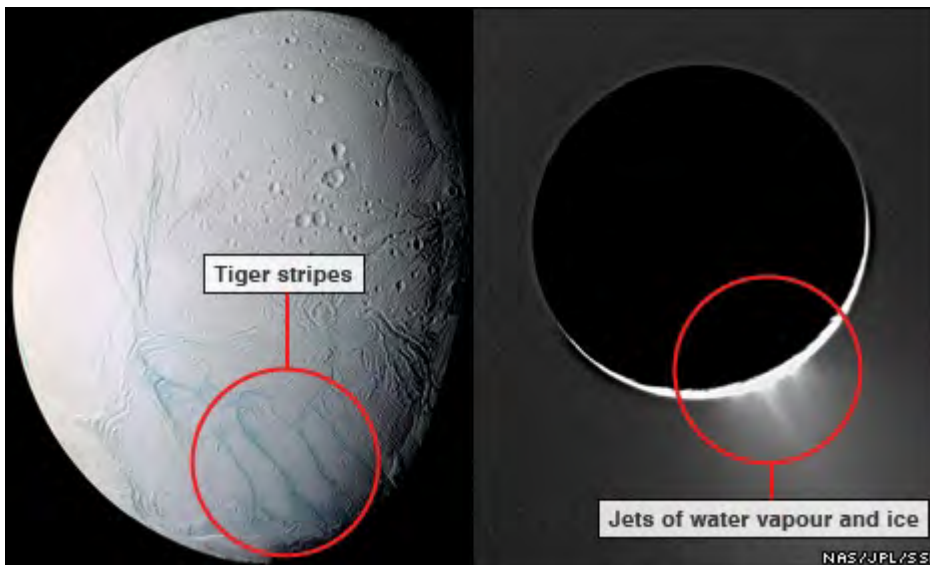
如图所示，土卫二好像新月一般，图中的直线为土星光环。月球直径为 2159 英里（3475 公里），足足有土卫二的 7 倍，土卫二的直径约为 500 公里。

（吴锤结 供稿）

卡西尼号进一步发现土卫二存在液态水证据



冰粒和水蒸汽从土卫二的多冰地表裂缝中喷出



在绕母星轨道运行时，土卫二会受到潮汐力影响。这种能量在土卫二南极地区产生一个“热区”。大裂缝（左图）的温度比周围冰面高出100度。这些所谓的老虎斑纹是羽状喷流（右图）的源泉。

北京时间2月9日消息，据英国广播公司(BBC)报道，土星的卫星——土卫二“恩克拉多斯”多冰表面下方隐藏着面积巨大的液态水，对于这一观点，科学家似乎没有任何怀疑。定期掠过这颗小卫星的“卡西尼”号飞船现已传回更多数据，支持存在一个“地下海”的观

点。

这一次，“卡西尼”号又在土卫二大气层中探测到带负电的水分子。在地球上，类似这样的离子经常存在于处在运动状态的液态水中，例如瀑布或者海浪。土卫二上没有“巨浪翻滚”的景象，但南极附近却有一个非常活跃的区域，那里的水蒸汽和冰粒从地表裂缝中喷出并升入高空。

英国伦敦大学学院穆勒太空科学实验室的安德鲁·考特斯在接受英国广播公司新闻频道采访时表示：“我们发现了带有额外电子的水分子。额外电子的获得通过两种方式，一个是从周围等离子环境获得，另一个是以喷射流体出现的水簇发生摩擦所致。后一种方式就像是摩擦一个气球并让它粘在天花板上。”

“卡西尼”号已在这种羽状喷流中发现钠的踪影，说明可能在任何长期与内部深处岩石接触的液态水中发现被溶解的盐。最新进行的观测是由“卡西尼”号上的等离子体分光计（以下简称 Caps）完成的。这些设备最初被用于获取土星磁环境的数据，方式是通过测量进入仪器的离子和电子的密度、流速以及温度。

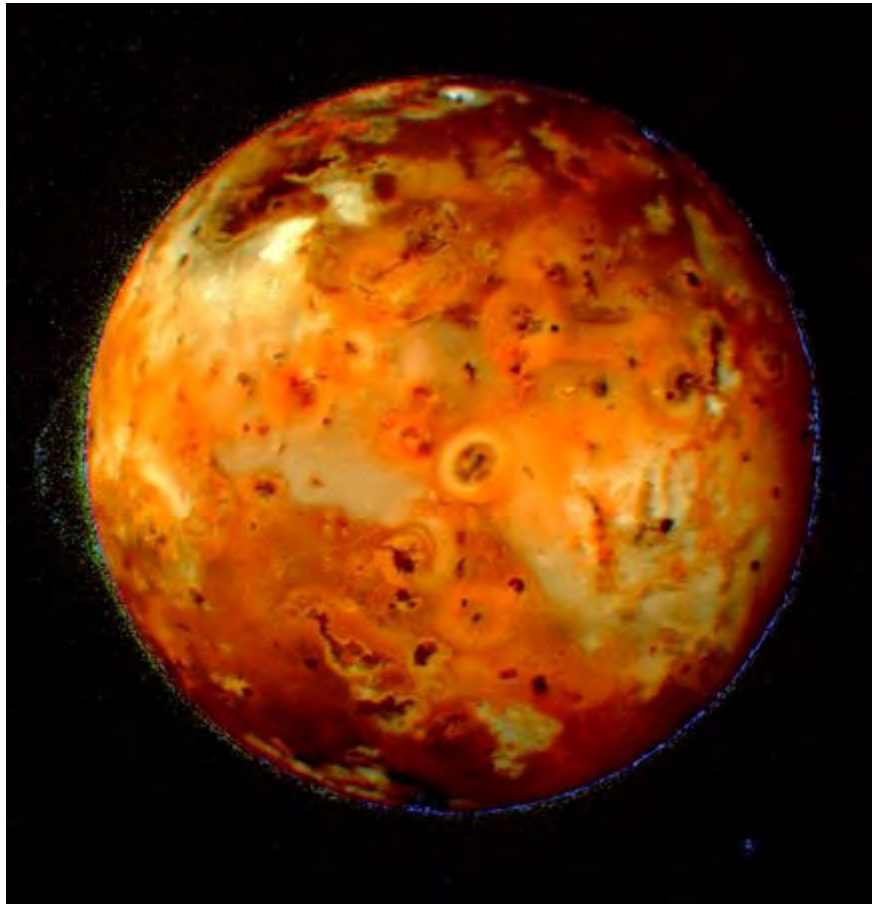
科学家从未设想过利用 Caps 对土卫二上的喷流进行取样，并最终为土卫二存在液态水这一重要论断提供进一步证据。考特斯说：“毫不令人感到吃惊的是，土卫二上有水存在。这些短期存在的离子是额外证据，证明存在地下水，同时也告诉我们哪些地区存在水、碳、能量以及生命所需要的一些重要要素。在对这些离子的质量进行观测时，我们得出了惊人发现。光谱中出现几个峰值，进行分析的时候，我们发现了水分子彼此聚集在一起产生的影响。”

考特斯及其同事将 Caps 的观测数据刊登在《Icarus》杂志上。这些测量是 2008 年“卡西尼”号在一次近距离飞越时穿过土卫二羽状喷流时进行的。Caps 不仅发现了带负电的水离子，同时也发现了存在带负电碳氢化合物的线索。此前，“卡西尼”号的离子和中性粒子质谱仪已证实土卫二上存在带正电碳氢化合物。

在土星最大的卫星——土卫六“泰坦”上，Caps 也发现了带负电的碳氢化合物。在这颗卫星上，Caps 发现了巨大的离子，其中一些的质量超过 1.3 万 amu（1 amu 相当于 1 个氢原子的质量）。考特斯说：“如果存在一个拥有甲烷和氮的大气层，在用来自土星磁气圈的粒子和来自太阳的紫外光对其进行轰击时，你便可以创造大型分子。随着高度的降低，它们的体积逐渐增大。它们是泰坦薄雾的源泉，由于最终降落地面，它们同样有可能是地表沙丘的源泉。”“卡西尼”号任务是美国宇航局、欧洲航天局以及意大利航天局的一个合作项目。

（吴锤结 供稿）

天文学家发现“超级地球”为首颗新类型系外行星



“超级地球”或是新行星类型与木卫一更相像(图片提供: NASA/JPL)

北京时间2月9日消息,据美国《国家地理》网站报道,天文学家在2009年发现了一颗表面遍布火山的岩质系外行星,并将其命名为“CoRoT-7b”。天文学家认为CoRoT-7b是迄今太阳系外最像地球的行星。然而,最新一项研究表明,地球可能并不是CoRoT-7b的最佳参照物。研究人员认为,CoRoT-7b其实是第一颗新类型的系外行星:超级木卫一(super-Io)。

潮汐非唯一热源

据领导实施这项研究的美国华盛顿大学天文学家洛里·巴恩斯(Rory Barnes)介绍,与木星的卫星木卫一一样,CoRoT-7b很容易处于适当的轨道,体验所谓的潮汐加热现象。在木卫一上,潮汐加热现象是因木星引力的推拉作用令其地壳不断变形所致。巴恩斯表示,这

种活动产生了足够的热量，为数百座活火山提供了能量，CoRoT-7b 同样存在这种情况。

与木卫一不同的是，CoRoT-7b 紧靠一颗恒星而非行星轨道运行，所以，潮汐并不是这颗系外行星的唯一热源。基于以前的大量观测，天文学家认为 CoRoT-7b 表面温度在 1832 至 2732 华氏度(1000 至 1500 摄氏度)之间。巴恩斯说，表面温度如此之高，CoRoT-7b 一定会有“熔岩池塘甚至是熔岩海洋”。

科学家还了解到，CoRoT-7b 有潮汐锁定现象，所以，有一面总是面向恒星。所谓潮汐锁定，是指一个天体绕另一个天体公转时，会产生潮汐摩擦，让自转减慢，到了最后会以同一面持续面对另一天体的状态。巴恩斯说：“这颗行星的背面可能存在火山活动。根据我们的猜测，CoRoT-7b 的一面表面已经熔化，另一面则是剧烈的火山活动。”

相当于两个地球大小

CoRoT-7b 是天文学家利用以法国为首的行星寻找任务 CoRoT 发现的。CoRoT 任务旨在探寻天体从恒星前面经过(即穿越)时引起的星光周期性微降现象。当发现 CoRoT-7b 的消息在 2009 年 2 月宣布时，天文学家将其称为是迄今发现的绕类日恒星运行的最小系外行星。

根据 CoRoT-7b 的穿越，天文学家可以知道，这颗行星大概相当于两个地球大小。地球的直径约为 7920 英里(12760 公里)。木卫一的直径约为 2260 英里(3630 公里)。后续研究测量了 CoRoT-7b 的质量和密度，证实它是一颗岩质行星。基于这些特征，CoRoT-7b 被称为“超级地球”。

这一术语被用来依据系外行星与太阳系内天体的相似程度，对它们进行非正式分类，比如“炽热木星”、“超级海王星”等。在最新研究中，巴恩斯和同事根据 CoRoT-7b 的大小、质量、与恒星的远近程度及其同附近“姐妹行星”CoRoT-7c 的相互作用，对这颗系外行星的可能轨道做出估计。他们在今年 1 月召开的美国天文学会大会上公布了这一研究结果。

与木卫一更相像

研究人员发现，即便 CoRoT-7b 轨道的运行稍显异常，也能产生足够的潮汐热量，为大量火山活动提供能量，使得它更像木卫一而非地球。据巴恩斯介绍，首先，就像木卫一的运行轨道非常接近木星一样，CoRoT-7b 也近距离绕其主恒星运转，所以，引力的影响尤其强烈。

其次，木卫一和 CoRoT-7b 都存在潮汐锁定现象。以木卫一为例，这意味着这颗卫星的一

面始终面朝木星。这一侧受木星引力的推拉作用更为明显，以致这个原本圆球状的天体稍显椭圆形，中心位置鼓起。巴恩斯说：“地球也存在这种现象，由于同太阳和月球的相互作用，地球中间也鼓了起来。海洋潮汐式缘于引力潮，而岩石也因潮汐作用而变形。”

此外，由于同木星附近卫星的相互作用，木卫一的运行轨道呈不规则的椭圆形，所以，它与木星的距离会随时间变化。在距离木星更近时，木卫一会被更多地拉长，而远离木星时，它则会变得更圆。巴恩斯说：“我们以网球为例，如果你不断挤压，它会因摩擦而产生热量。木卫一就存在这种情况，只不过它是同一颗行星产生了这种作用。”

眼下，CoRoT-7b 距离我们过于遥远，当前技术和望远镜无法对其轨道做出精确估计，所以，这颗行星是否真像木卫一还是一个谜。美宇航局下属喷气推进实验室行星科学家罗萨莉·洛佩斯(Rosalyn Lopes)说：“我认为他们的研究结果很可靠。”她认为，1979年，在“旅行者”号飞船发现木卫一火山喷发的羽状尘埃物质之前，科学家就已成功预测了木卫一表面的火山活动。

火山活动难以证明

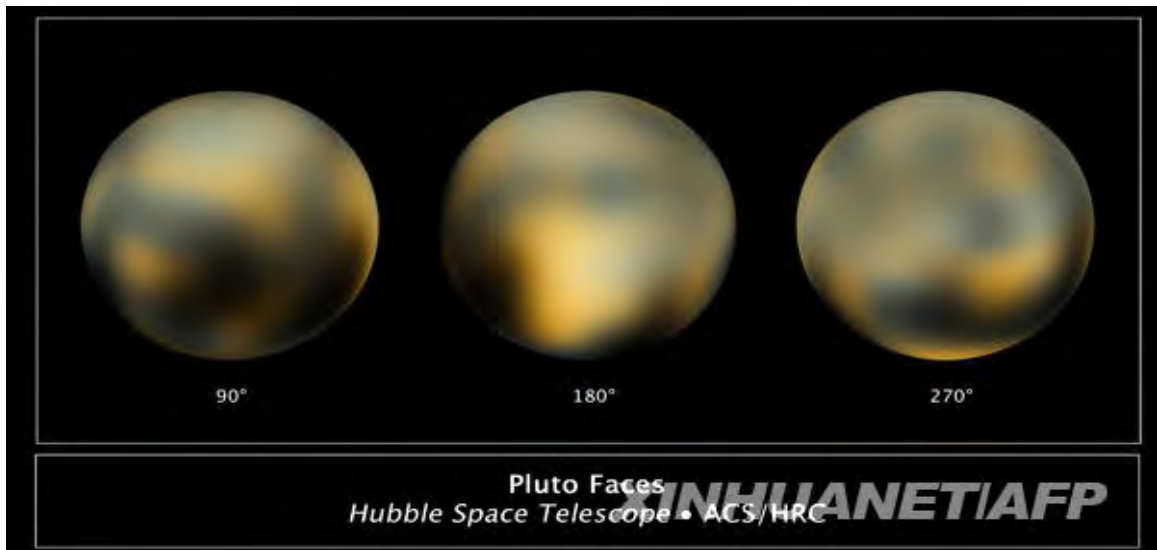
洛佩斯说：“斯坦·皮尔(Stan Peale)和同事分析了木卫一的轨道，认为它可能存在潮汐加热现象。”紧接着，“旅行者”号飞船发回的照片显示了大量羽状尘埃，后来，“伽利略”号飞船拍到的照片又发现了170多座活火山。皮尔现为美国加州大学圣巴巴拉分校名誉教授，他也认为“最新研究的结论可行的”。

皮尔指出，CoRoT-7b 附近第二颗行星的存在意味着，这颗行星的轨道可能不断变化，“足以将内部加热至超级木卫一的状态，最终像木卫一一样表面具有火山活动。”洛佩斯则表示，“最新研究令人感兴趣的是，像木卫一这样的天体可能存在于其他太阳系中。不过，在目前条件下，CoRoT-7b 是否存在活跃的火山活动非常难以证明。”

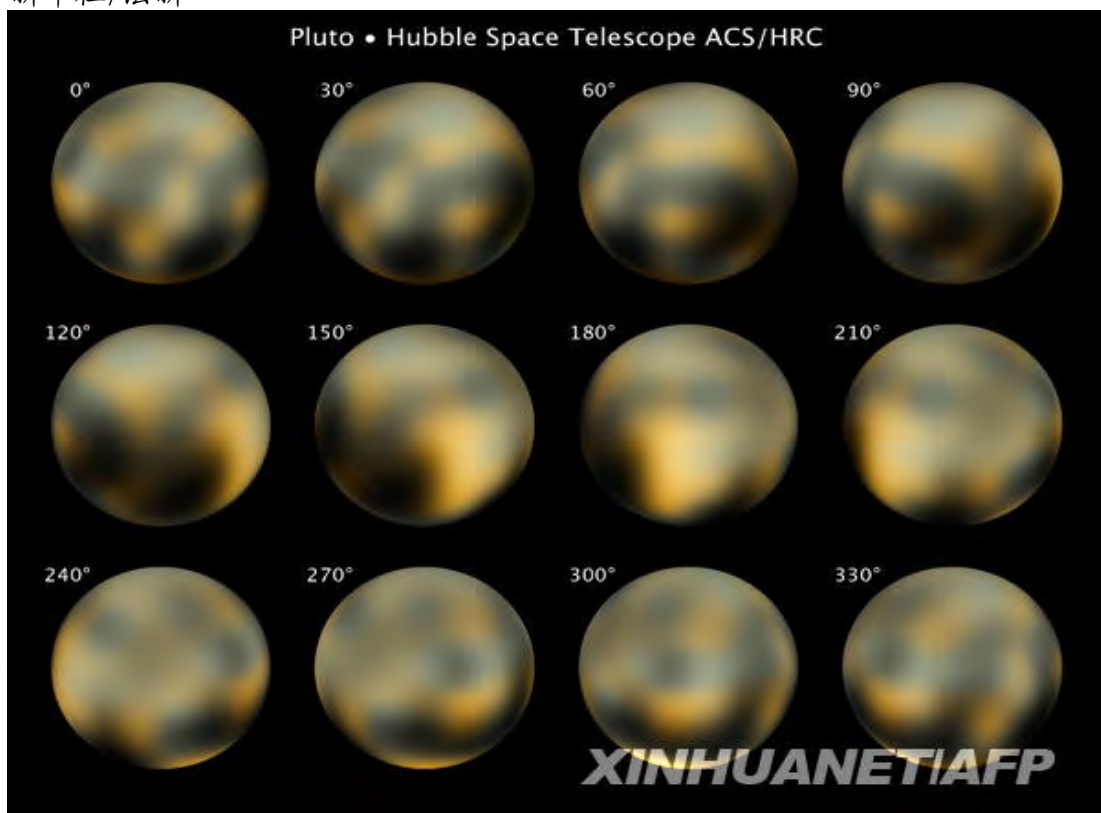
巴恩斯称，像“斯皮策”太空望远镜这样的先进观测手段或许能看到 CoRoT-7b 火山喷发释放的气体。他说：“CoRoT-7b 行星轨道周围或许遍布火山喷发形成的气云。我们利用‘斯皮策’望远镜可能会根据光的信号观测到，但这非常困难，因为 CoRoT-7b 行星距离我们过于遥远，且光线微弱。”

不过，巴恩斯认为，随着 CoRoT 这样的行星寻找任务以及最新发射的“开普勒”望远镜不断深入太空，人类将会发现数千个与 CoRoT-7b 相似的表面炽热的岩质天体。巴恩斯说：“我将‘开普勒’望远镜看作是寻找超级木卫一的理想探测器。”每发现一个“超级木卫一”，都“距离发现真正的‘超级地球’更近了一步。”（吴锤结 供稿）

美国航天局公布冥王星最新照片



2月4日，美国国家航空航天局公布了哈勃太空望远镜拍摄到的冥王星最新照片。美国航天局专家说，这组照片显示冥王星的颜色比以往更加红润，这有可能是冥王星上受日光照射一极的冰融化而在另一极重新冻结造成的。冥王星曾是太阳系九大行星之一，后来被降格为矮行星。新华社/法新



2月4日,美国国家航空航天局公布了哈勃太空望远镜拍摄到的冥王星最新照片.新华社/法新

美国航天局2月4日公布了哈勃太空望远镜2002年到2003年间拍摄的部分冥王星图像。天文学家对这批图像进行分析后认为，冥王星正逐渐变红。

美国西南研究所天文学家马克·布伊表示，1954年至2000年间，冥王星的顏色未发生明显变化，但在2000年后，其颜色突然明显变得更红，天文学家对此非常惊奇。

布伊说，冥王星大气中含有很多甲烷，后者由碳原子和氢原子组成，在太阳风及其他因素作用下，甲烷中的氢原子逃逸，冥王星表面含碳丰富的区域便呈现暗红色，但其颜色发生如此剧烈、快速的变化“前所未见”，目前还很难解释其中原因。

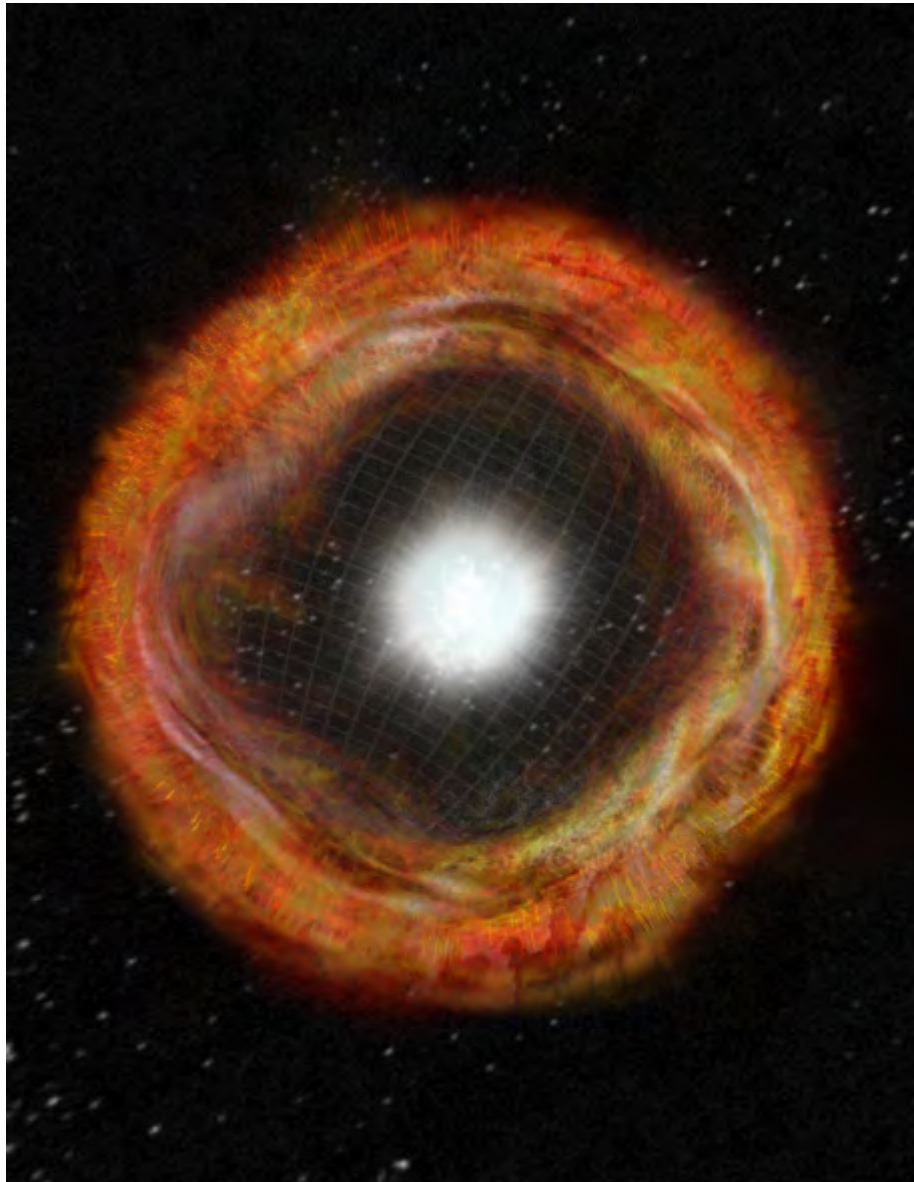
布伊排除了哈勃望远镜仪器发生错误的的可能性，因为在同一批图像中，冥王星的卫星“卡戎”颜色未发生变化。

天文学家对图像分析后还发现，冥王星表面的氮冰规模和密度也在以令人奇怪的方式发生变化。

冥王星曾为太阳系九大行星之一，2006年国际天文界将其“降格”为矮行星。冥王星绕太阳一周需要长达24.8年，其四季长度也不均等，表面最低温度约为零下230摄氏度。

(吴锤结 供稿)

射电望远镜首次发现奇特超新星爆炸



北京时间1月29日消息，据国外媒体报道，美国科学家近日首次利用甚大阵射电望远镜发现了一种类似于伽玛暴的超新星爆炸，但是他们却没有从中看到伽玛射线。科学家认为，这一发现将有助于定位宇宙中更多类似的神秘爆炸。

据了解，这是科学家首次利用射线望远镜观测到这种奇特的超新星爆炸。他们所使用的是美国国家科学基金会的甚大阵射电望远镜。哈佛-史密松天体物理中心科学家艾丽西娅-索

德博格介绍说，“我们认为射电天文望远镜将成为观测附近宇宙中此类超新星的重要工具，它将比伽玛射线卫星功能更强大。”

这颗超新星最早被发现于2009年3月，被命名为“SN2009bb”。此次科学家利用射电望远镜观测发现，超新星以一种接近光速的速度向外驱逐某种物质。美国弗吉尼亚大学科学家罗杰-谢瓦利埃认为，“利用低能量的无线电波竟然可以发现这种高能量事件，这是非常难得的。”

当超大质量恒星内核的核聚变反应无法继续保证内核支撑整个恒星质量所需要的能量时，内核就会发生灾难性的崩塌，从而形成一种超密度中子星或黑洞。恒星的剩余物质就会向宇宙空间爆发，形成超新星爆炸。在过去十几年间，天文学家曾一度将这种内核崩塌的超新星认作是一种伽玛暴。索德博格介绍说，并不是所有这种类型的超新星都会产生伽玛暴，其中只有大约1%的比例。在可以产生伽玛暴的超新星中，一些被驱逐的物质被加速到接近光速。

天文学家认为，这种罕见爆炸中的超高速现象是由超新星中心的一个“引擎”引起的。塌向恒星内核的物质进入了一个旋涡形的圆盘，圆盘围绕在新的中子星或黑洞周围。这个不断增长的圆盘也在不断地加速所产生的喷射物。索德博格说，“这是我们所知道的一颗超新星爆炸将喷射物加速到如此速度的唯一方式。”

然而，到目前为止，通过检测被超新星驱逐出来的伽玛射线，科学家们从未发现过这种所谓的“引擎驱动”型超新星。索德博格认为，“利用射电望远镜观测无线电辐射，而不是利用伽玛射线，从而发现一颗超新星，这是一大突破。利用即将到来的新型增容甚大阵，我们将能够发现更多的超新星。利用射电望远镜将比伽玛射线卫星更有效。”

对于为什么并不是任何人都可以从超新星爆炸中发现伽玛射线的问题，索德博格解释说，“我们知道，伽玛射线在这种爆炸中是成束向外辐射的。在这颗超新星爆炸中，伽玛射线是射向远离地球方向的，因此无法看到。另一种可能是当伽玛射线尝试逃离恒星时，它们已经‘窒息而亡’。这种可能性解释或许更令人兴奋，因此我们可能以此发现和识别那些缺少可探测伽玛射线的‘引擎驱动’型超新星，这种超新星通常也无法被伽玛射线卫星所发现。”

科学家们所希望解答的一个重要问题就是究竟是什么因素导致普通内核崩塌超新星与“引擎驱动”超新星的不同。索德博格认为，“肯定存在某种罕见的物理属性产生这种差异。我们希望能够发现这种属性究竟是什么。”

(吴锤结 供稿)

哈勃望远镜首次观测到两颗小行星正面碰撞



神秘的 X 形状天体 “P/2010 A2”



“P/2010 A2” 的全景图

据美国宇航局官网报道，美国宇航局“哈勃”太空望远镜近日在小行星带中观测到一个神秘的 X 形状太空残骸，而且这个残骸还拖着长长的尘埃状尾巴。天文学家认为，这一现象表明该区域刚刚发生过一起两颗小行星正面碰撞事件。尽管天文学家长期以来一直认为小行星带中经常发生这种相互碰撞事件，但是此前从未观测到过真正的小行星正面碰撞并破碎的场景。

这一神秘的 X 形状天体被命名为“P/2010 A2”，最早由林肯近地小行星研究小组巡天计划于 1 月 6 日发现。最初，天文学家曾经认为它可能是一颗所谓的“主带彗星”，主带彗星是一种在小行星带中公转运动的罕见彗星。但是，随后“哈勃”太空望远镜分别于 1 月 25 日和 29 日又拍下了一系列新图片。新图片显示，在神秘天体的内核附近存在一种复杂的 X 形状细丝结构。

本次发现的首席研究员、美国加州大学洛杉矶分校科学家大卫-杰维特介绍说，“这一结构与普通彗星平滑的尘埃包层完全不同，这些细丝由尘埃和砂砾组成。我们推测，这些尘埃和砂砾可能最近才被抛出天体的内核。其中一些尘埃和砂砾被阳光的辐射压力所席卷，从而形成了整齐的尘埃条纹。在这些细丝之中，则是一些一起运动的尘埃团，它们可能是来自一些尚未被发现的微型天体。”

“哈勃”太空望远镜发现，“P/2010 A2”主内核位于其尘埃光环的外侧。此前从来没有在类似彗星的天体中发现这种奇特的现象。据估计，“P/2010 A2”主内核直径大约为460英尺(约合140米)。

普通的彗星一般都是从遥远的柯伊伯带和奥尔特云跌入到太阳系的内层区域的。随着彗星越来越接近太阳，它们也不断被加热升温。于是，彗星表面的冰层被蒸发，固体彗核会喷射出大量的物质。但是，“P/2010 A2”的来源显出明显的不同。它是在小行星带温暖的内层区域运转，它身边的最近邻居都一些干燥的岩质天体，很少有易挥发性物质。

这一现象表明，这个复杂的残骸尾迹极有可能是两个天体相互碰撞的结果，而不是由一个母体的冰质融化所形成的。杰维特认为，“如果这种解释是正确的，那么近期就可能发生过两个此前未知的小型天体碰撞事件，从而形成了大量的残骸碎片。这些残骸碎片受到太阳光线的压力，于是就在碰撞地点形成了一条长长的尾巴。”

小行星碰撞的能量是巨大的，它们的平均碰撞速度大约为每小时11000英里(约合每小时17703公里)，这比来复枪子弹要快5倍。“P/2010 A2”可能就是这种所谓的超高速碰撞中幸存下来的残留物。

杰维特认为，“‘P/2010 A2’的细丝状外观也与‘哈勃’此前所观测到的普通彗星外观有明显的不同，这进一步证明了它是一种完全不同的过程所形成的产物。”地基望远镜所观测的光谱中也没有发现气体存在的迹象，这也与碰撞说相吻合。

在小行星带中，存在着大量远古碰撞的证据，这些碰撞将一些远古天体粉碎成无数的碎片。“P/2010 A2”的轨道与花神星小行星家族成员的轨道非常吻合。花神星小行星家族成员都是在大约1亿年前的一次碰撞中所分裂形成的大量碎片，其中一个碎片于6500万年前撞击地球，造成了地球物种大灭绝事件，恐龙就是在该事件中消失的。但是，这种小行星之间的正面碰撞事件直到现在才被正式观测到。

在“哈勃”太空望远镜观测之时，“P/2010 A2”大约距离太阳1.8亿英里(约合2.9亿公里)，距离地球大约9000万英里(约合1.45亿公里)。“哈勃”是利用新安装的广角相机三号进行拍摄的。

(王奕首 供稿)

[天文学家发现第二大恒星质量黑洞 离太阳600万光年](#)



螺旋星系 NGC 300 新发现的恒星质量黑洞，黑洞在不断吞噬沃尔夫-拉叶恒星质量

据国外媒体报道，天文学家利用欧洲南方天文台位于智利的甚大望远镜（VLT），在螺旋星系 NGC 300 发现距离太阳 600 万光年的黑洞，该黑洞质量是太阳质量的 20 倍，这个黑洞同时也是迄今发现的第二大恒星质量黑洞。

恒星质量黑洞是由大质量恒星爆炸产生的，一般重量不超过太阳的 20 倍。与之对应的是，在大多数星系中心发现的超大质量黑洞，质量是太阳的百万甚至数十亿倍。包含螺旋星系 NGC 300 发现的这个黑洞在内，迄今发现的超过太阳质量 15 倍的黑洞数量已经有 3 个。而银河系已知的 20 个恒星质量黑洞中，质量都仅仅是太阳的 10 倍。

其实，美国宇航局雨燕天文台于 2007 年已经在螺旋星系 NGC 300 观测到明亮的 X 射线源，产生定期的超强的 X 射线辐射，表明了有黑洞存在的迹象。现在，欧洲南方天文台位于智利的甚大望远镜确认了黑洞的存在。谢菲尔德大学天体物理学教授保罗·克劳瑟（Paul Crowther）认为：一般是在“重”元素含量不高的小星系内发现大质量黑洞。“重”元素指的是比氧、硅和氮等元素重的元素。而富含“重”元素的大星系如银河系，仅仅产生小质量黑洞。

天文学家发现，在螺旋星系 NGC 300 发现的黑洞同沃尔夫-拉叶恒星纠缠在一起，沃尔夫-拉叶恒星质量也是太阳的 20 倍。现在，沃尔夫-拉叶恒星接近寿命终端，它的内核会爆炸成为一个黑洞。天文学家同时发现，螺旋星系 NGC 300 黑洞会同沃尔夫-拉叶恒星围绕在一起跳“华尔兹”，时长达 32 小时。此外，黑洞在不断吞噬沃尔夫-拉叶恒星质量。

包含伴星的黑洞系统并不是罕见的，但迄今只观测到一个类似的系统。天文学家称，在未来 100 万年内，沃尔夫-拉叶恒星内核将发生爆炸并形成黑洞。克劳瑟说：“如果这个系统还存在的话，这两个黑洞将合并，在结合的过程中，它们将以引力波的形式释放出大量

的能量。”

(吴锤结 供稿)

寻找外星人 50 年 《阿凡达》引发新一轮热潮

电影《阿凡达》上映后，引发了新一轮外星人热。那么地球人寻找外星人的探索究竟进行了多少年呢？

1960 年美国天文学家德雷克在西弗吉尼亚州的绿岸天文台开始实施一项名为“奥兹玛”（Ozma）的监听外星人信号计划。

他使用当时美国最大的射电望远镜（直径 26 米），先后对两颗刻意选择的邻近恒星——波星座（距离地球 10.7 光年）和鲸鱼星座（距离地球 11.9 光年）进行了监听，聚精会神地工作了 3 个多月；遗憾的是未取得任何肯定的结果。尽管如此，这次监听的意義还是不能低估，因为它毕竟是地球人有史以来第一次严肃认真的尝试，从而开创了寻找外星人的新纪元。

从那以后，一系列的寻找计划随之而来：

1974 年，科学家通过“阿雷西博”射电望远镜发往球状星团 M13 一条长度只有 1679 比特的信息。

该信息含有深意：1679 是素数 23 和 73 相乘的结果，如果将这一信息作为 23×73 的网格显示，会出现一系列简单的图像。如果 M13 的外星人有兴趣而且能够给我们回音的话，回电到地球已过了 48000 年。

2001 年 3 月，在叶夫帕托里亚天文台举行了人类有史以来第一场献给外星听众的音乐会；音乐会上演奏的都是些经典音乐作品。

2003 年 2 月，在该天文台再次举行了这样的音乐会；演奏曲目遵照循序渐进的原则，从表达人类最基本的情感（如喜悦与忧伤，安宁与躁动，幸福与绝望等等）的简单乐曲，逐渐进行到复杂的、多层次的交响音乐。

这两场音乐会的作品由多名捷尔缅电子琴高手演奏，使用经过改良的射电望远镜将这些音乐语言信息发往围绕大熊星座中 47Uma 恒星旋转的一颗行星。该行星距离地球 42.4 光年，有着与地球类似的“温室”环境，科学家们认为它很可能存在外星人。

2009 年 8 月，澳大利亚国家科学周推出一项活动，名为“来自地球的问候”，向外星

人发送短信息。活动结束后已有澳、美、中等 200 多个国家和地区 25876 人写下了短信。这些短信息从堪培拉深空通讯综合设施发送到行星 Gliese 581d，预计信息将在 2029 年才能到达那里。

值得指出的是，有人认为地球人与外星人联系是一种十分冒险的行为。

例如，诺贝尔奖金得主、英国天文学家莱尔就曾写信给国际天文学联合会(IAU)，竭力主张地球人不要与外星人联系，以免招致杀身之祸。

美国历史学家尼尔强调指出，在地球上强大的（即比较发达的）文明总是控制比较弱小的文明，而不取决于政治上的从属关系。他认为当与水平大大地超过我们的地外文明建立联系时，它可能会“压制”我们的文明，直到它被溶化在更高的文明中为止。

近日英国皇家学会在伦敦举办了一个主题为“探索外太空生命以及随之而来的对科学和社会的影响”的研讨会。会上英国天文学家库库拉警告道：“我们可能会假设，我们会联系到和善的智慧生命，然而现在却鲜有证据能证明这一点。考虑到和外星人联络的后果，很可能与我们的初衷相违背。”

不过，中国数学家和语言学家周海中在论文《宇宙语言学》中指出，这类担心是完全没有必要的，因为只要是高级智慧生命，他们的理智在决定着他们必须有分寸地对待一切宇宙智慧生命体，所以外星人与地球人将来是能够和平共处、友好合作和共同发展的。

目前，外星人研究不再是科幻而是一门前景诱人的交叉学科——天体生物学的重要课题。为了纪念寻找外星人 50 周年，今年 4 月份将在美国得克萨斯举办国际天体生物学大会，届时，来自世界各国的科学家们将研讨寻找外星人的新方法和风险问题。

（王奕首 供稿）

空天学堂

四代动力之忧

解放军空军成立六十周年之际，2009年11月8日央视《面对面》栏目对空军副司令员何为荣将军进行了专访。当主持人问到：中国什么时候可以研制出自己的第四代战机呢？何司令回答道：中国的第四代战机现在是紧锣密鼓地在进行之中，正在研制，根据有关资料透露，可能很快要进行首飞，首飞又很快就进行试飞，很快就装备部队。根据现在的情况，可能还有八到十年。



这个新闻无疑大大鼓舞了我们时时刻刻关注祖国空军和航空工业的军迷们。按照何为荣司令的说法并且综合官方报道，可以认为中国的四代战机目前处于发图的最后阶段也就是详细设计即将完成。详细设计完成，也就意味着整个飞机的设计全部搞定，能够开始按照图纸生产原型机了。预计，中国的四代机能够在2012左右首飞，经过严格的试飞检验和设计定型环节，大概在2018左右开始装备部队并且开始生成初始作战能力。



美帝的 F22 四代机已于 2005 年 12 月实现了初始作战能力

第四代重型空优战斗机的主要特征是：雷达/红外/射频隐身、综合化的航空电子系统、超高机动性和超音速巡航。在隐身方面，我国在上世纪八十年代前后即开始隐身作战飞机背景研究，在九十年代中期就在网络上流传出了几个我国隐身机预研的背景型号外形图片。随着我国在飞机雷达发射截面积计算理论、算法和超级计算机领域的突破，我国对于现代隐身作战飞机外形设计有了较为深刻的认识并且具备了研制作战型号的能力。在航电方面，第四代战斗机所需要的相控阵机载火控雷达已经完成演示工作，样机的试飞工作已经全面展开，近年用于实际装备的雷达型号应该就可以设计定型并且装备三代改型作战飞机以及四代战机。综合航空电子系统研究也早已全面展开并且结出硕果，根据某些资料推测，在网络上新近流传出的歼十 B 战斗机上就装备了具备第四代战斗机特征的综合化航空电子系统，据说其机翼上神秘的棒状天线就对敌方机载雷达有较强对抗功能，并且在电子对抗能力上与我国以往战斗机相比有了相当大的飞跃。在飞机气动设计方面，从我国三代战斗机的典型代表歼十身上我们就可以看到我国在战斗机气动布局和外形设计上的深厚功底。我国在四川地区还有着亚洲最为庞大和齐全的风洞群，为我国战斗机气动设计提供了坚实的保障。经过在三代战机上第一次独立拿出一个具有中国特色的气动布局设计，我国的四代战斗机气动外形设计相信会更加贴近战斗机实际作战要求并且具有令世人惊艳的机动性能。



网络上对于我国四代机外形的想象图，我国四代机采用高速性能较好的鸭翼设计可能性较大

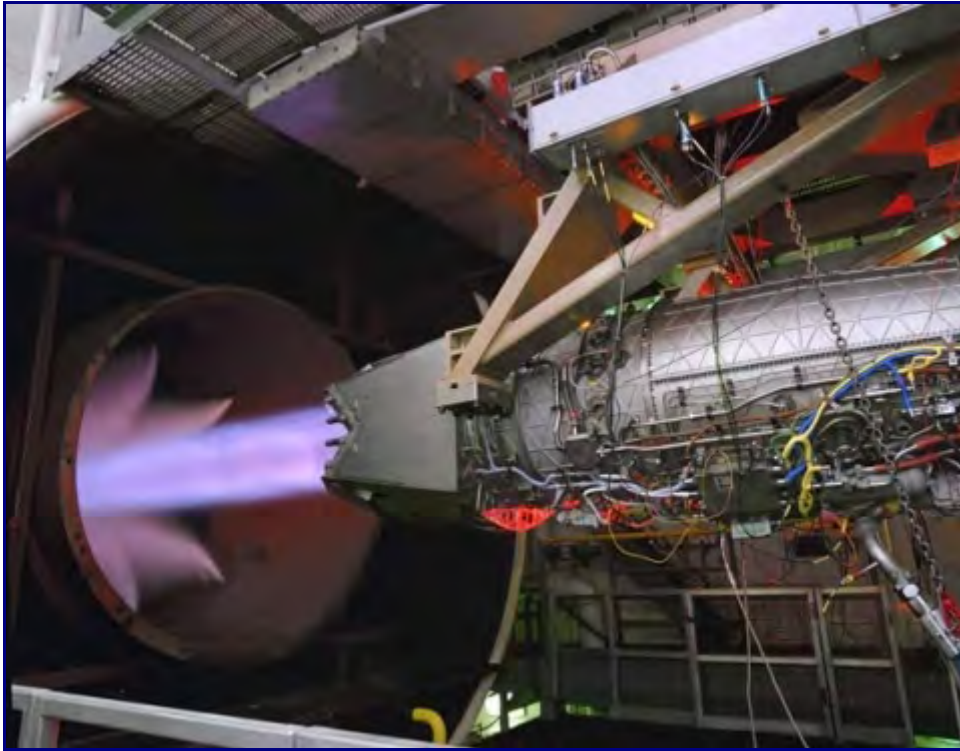
但是在动力方面，我国的进展就不如其他方面那么顺利和迅速。四代机重型空优机一定要能够超音速巡航。对于超因素巡航，目前网络上的一些理解并不非常准确。有些观点认为超音速巡航就是不开加力能超音速，也就是说在发动机未打开加力燃烧室的情况下能达到 M_1 的速度。与美帝对于超音速巡航的要求相比，这个要求明显偏低。早在几十年前英国装备的闪电战斗机就可以实现不开加力超音速。这样的性能对于飞机作战也并没有什么实质上的改善。美国 90 年代典型战斗机的作战飞机任务剖面各飞行航段的主要性能要求为：起飞降落滑跑距离小于 457m；作战时要求高度在 9144m， M 从 0.8 到 1.6 的加速时间小于 50s；高度在 9144m， M 为 0.9-1.6 时的正常盘旋过载均大于 5g；突防和脱离战斗时能在 9144m 高度以 $M=1.5$ 作不加力超音速巡航；在高度 12190m 飞机最大平飞速度达 $M = 2.0$ 。这些性能数据说明 90 年代战斗机比现役战斗机有更优越的性能。如在同样飞行条件下正常盘旋过载从 4.1-4.3g 增加到 5g 以上；要求不加力状态达到 $M=1.5$ 超音速巡航等。下一代战斗机的主要作战高度和速度仍以中低空中速为主。从美国先进战术战机(ATT)也就是 F22 的飞行包线可以看出，该战斗机不追求比现役机种更高的 M 数(最大 M 数为 2.0 左右)，但扩大了低空大速度和高空小表速工作范围，特别是扩大了不加力工作包线范围，并且要求在发动机不加力状态下，能以 $M_1.4-1.5$ 作超音速巡航和超音速突防。而现役战斗机中个别的只能在某些条件下以不加力推力作略大于 1.0 的短暂飞行。



我国的太行三代航空发动机尚且没有完全成熟

也有的观点认为超音速巡航的意义仅限于让猛鸟赶到战区快一点，通过防空火力区的时间短一点。这也是对于战斗机动力性能理解不足的表现。超音速巡航赋予了四代作战飞机质变提升的作战效能。具备超音速巡航性能的作战飞机空优性能提升明显。不具备超音速巡航性能的战斗机一般处于高亚音速前往战区、巡逻或者进行搜索接敌。由于三代航空发动机的军用推力（不打开加力燃烧室的最大推力）根本不足以维持飞机在作战高度进行超音速飞行。打开加力后飞机虽然可以进行超音速作战，但是发动机耗油率又翻倍增长，比如 AL31 发动机军推耗油率在 0.8 左右，而加力耗油率则达到了 2 以上，相当于非加力状态的两倍以上。此时，飞机油量不足以维持飞机进行长时间超音速飞行。因此，在传统的超视距空空作战中，不具备超音速巡航的作战飞机都在接敌之前保持高亚音速飞行，在指挥系统的指引下进行战术机动，占领优势位置。一般在自身雷达发现敌机之后的必要情况下才根据作战态势开全加力进行加速，以形成对敌机的高速接近迎头拦截态势。由于空空导弹，尤其是中距空空导弹的有效射程与载机发射速度有很强的关联，因此战斗机在发射导弹之前都要尽量加速，以拓展自身导弹的有效设计区，为赢得空战创造条件。具有超音速巡航的四代战斗机装备的四代航空发动机军用推力相当于三代航空发动机的加力推力，而且耗油率仅仅比三代航空发动机略大。无论是发动机本身的军用推力还是耗油率，四代航空发动机都可以支持飞机进行长时间的超音速飞行。于是四代战斗机可以在进入战区后直接开始超音速巡航，时时刻刻保持自身导弹的有效射程优势。大概这也是美帝在装备 F22 以后并没有装备固体冲压火箭发动机远程空空导弹的原因之一吧。同样的导弹，装备在四代作战飞机上以后，威力却是大大增加。即便是四代战斗机处于松懈的亚音速巡逻状态下时候紧急发现敌机，强悍的四代航空发动机也可以提供更强的加速性能以使飞机更快地达到作战速度，无疑大大增加了作战飞机的生存力和战斗力。在中距作战脱离时，仍

然有敌机对于四代机具有威胁，四代机也可以以比三代机更高的生存概率脱离战区。这同样是因为空空导弹的有效射程与目标机的速度有很强关联。在迎头发射时，目标机速度越快，导弹射程越大，在尾追发射时，目标机速度越快，射程越小。在完成中距作战脱离时，四代作战飞机也完全能够保持 1.4 马赫左右的速度，此时敌方导弹的尾追射程和命中率大大缩水，飞机生存力大大提高。总而言之，四代航空发动机赋予四代作战飞机的是全方位的效能提升，能够让四代作战飞机在面对三代机时具有非对称的作战优势。



开加力试车的 F119，此时发动机耗油率很高

由于我国航空动力工业底子薄，实力弱。朋友们对于我国的四代动力系统能否实现超音速巡航相当关注也比较担心。下面就请听龙腾浅析一番，如有谬误，纯属巧合。

为了使作战飞机能够超音速巡航，第四代航空发动机同样具备以下特点。

第一，小涵道比设计、并需要高性能风扇。涡轮风扇发动机的涵道比是发动机速度特性、耗油率和推力的重要影响因素。较小的涵道比可以赋予发动机更好的高速性能，也就是发动机可以更好的适应高速飞行环境。虽然较小的涵道比使发动机的耗油率略有增加，但是同时还可以使发动机的迎风面积减小，提高发动机的单位迎风面积推力，间接使作战飞机横截面积缩小，减小了飞机阻力，同时还可以减轻发动机重量，提高发动机推重比。但是较小的涵道比会降低发动机的军用和加力推力，主要是因为较小的涵道比降低了发动机的进气流量。因此，采用较小涵道比设计的前提是，发动机采用了高压比的风扇。高压比的风扇能够在发动机直径和涵道比缩小的情况下，保证提供给发动机的进气流量不变甚至增加。否则，发动机降低涵道比只能是增加耗油量和降低推力。美帝的 F119 就采取了涵道比

0.3 左右，三级钛合金空心高压比风扇的设计。

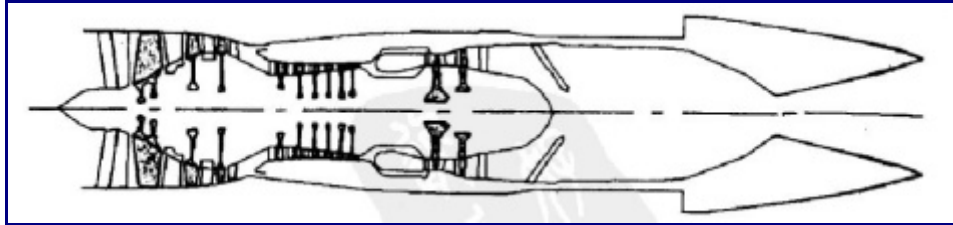


航展上的中国两级高性能风扇

高压比风扇对于一个国家的风扇气动设计理论，风扇制造水平提出很高要求。我国曾经在珠海航展上展出过高压比的两级风扇，被誉为是珠海航展上最具有技术含量的产品。其采用了转静子叶片大前掠设计，可提高风扇效率，扩大稳定工作范围，提高风扇抗流场畸变能力；采用了带碳纤维复合材料缠绕箍的整体叶盘设计技术，利用复合材料缠绕箍承受叶片和叶片的离心力，减小叶根和叶盘的拉伸应力，使叶片和叶盘设计较薄，整个转子重量比常规设计轻 40%–50%，同时消除了叶片颤振的可能性；其转子叶片采用多项式中弧线叶形，静叶采用定制叶形，通过应用先进叶形，减小进气能量损失，提高效率，扩大了稳定工作范围；其静子叶片采用可变弯度设计，可改善非设计工作点性能。从这款风扇的性能来看，我国应该完全胜任四代航空发动机的风扇设计制造，并且可以为四代动力系统改进提供更强大的风扇系统。因为美帝的 F119 发动机采用的是三级设计，我国展出的风扇系统采取的是更先进的两级设计，并且达到了三级设计的性能。根据推测，我国会在自己的下一代动力系统上采用保守的三级风扇设计，在后期的改进中采用两级风扇，减低重量，增加推比。

第二，先进的结构设计方案；在传统的三代航空发动机设计中，通常采用三级或者四级风扇+九级甚至十几级高压压气机+一级或者两级高压涡轮+一级或者两级低压涡轮的设计。而美帝的 F119 直接采用三级风扇、六级高压压气机、一级低压涡轮和一级高压涡轮的结构设计。这种更加简化的结构设计极大的减轻了四代发动机的重量，增加了发动机的推重比。更加强大的性能却由更少的叶片来完成，这就意味着四代动力系统的风扇，压气机和涡轮的单级载荷都要大于三代发动机。这就需要更好的强度结构设计，尤其需要更强大的材料作为支持。我国在航空发动机结构设计上实力并不突出，旧式的航空发动机秉承了苏联的简单设计，寿命和强度都说不上完善，比如涡喷 13 就曾经发生过叶片断裂事故等等。我国

应该是从太行发动机开始贯彻发达国家结构完整性大纲的，现在太行发动机可靠性和维护性也存在一定问题。不过，从资料推测，我国下一代航空发动机也将会采用和 F119 完全相同的结构设计方案，采用三级风扇，六级高压压气机，一级高压涡轮和一级低压涡轮的设计。三级风扇将采用宽弦空心设计，并且是整体叶盘结构；高压压气机采用高级压比设计，6 级转子也全采用整体叶盘结构。



美帝 F119 的结构图

第三，高循环参数；航空发动机的性能取决于循环参数的设置，简而言之就是燃烧室出口温度的大小，也就是常说的涡轮前温度。高涡轮前温意味着高燃烧效率和高功率，但是也对于涡轮叶片强度提出很高要求。我国下一代航空发动机性能瓶颈也多半是由于涡轮性能限制了循环参数的提高。根据资料推测，我国下一代航空发动机可能采用了第二代单晶合金 DD6 和第二代粉末冶金涡轮盘 FGH97。而美帝的 F119 则采用了三代单晶和三代双性能粉末冶金涡轮盘，这一点，我国下一代航空发动机与美国差距不小。我国下一代航空发动机的涡轮前温也许大致在 1800K 以上，但是估计不会超过 1900K，而 F119 则达到了革命性的 2000K。可以说是涡轮材料和工艺限制了我国下一代航空发动机的性能，也限制了我国四代的超音速巡航性能。

换算流量	≈25.0	kg/s
压气机压比	9.7	
燃烧室出口燃气总温	1 650~1 700	K
涡轮级数	1	
设计循环功率	17.0	MW
YWH-25-17 核心机可以发展成为多种用途、不同推力量级的军、民用涡扇发动机。		

我国可能发展成为下一代航空发动机的核心机参数

按照循环参数推算，我国下一代航空发动机的整体推重比（不算矢量喷管）可能达到 9 以上，同样条件下，F119 则达到了 11.7。这不能不说是 不小的差距。考虑到中国的四代战斗机可能会更小，并且采用更具有高速特性的鸭翼布局。如果装备有 F119 的 F22 能够在 9000

米的高度进行 1.5 马赫左右的超音速巡航的话，我国的四代战斗机或许可以在这个高度实现 1.2-1.3 马赫的巡航。虽然也算是实现了超音速巡航，但是这个速度恰好处于刚刚突破跨音速不稳定区，并不是一个很好的速度区域，这对于我国四代机的性能是个比较大的影响。要实现我国四代机更加完善更加实用的作战性能，我国需要对于下一代航空发动机进行升级或者研制更强的动力系统。

(吴锤红 供稿)

运八空中加油机—弥补中国空军攻击力短板



中国空军成立 60 周年之际，空军精锐武器装备尽出，由预警机、战斗机、远程防空导弹系统组成了中国空军强大的作战能力。但在另一面中国空军却因为老旧的轰油-6 加油机性能和数量限制，进攻能力出现严重短板，这也是今后空军的一个重要建设方向。

★ 空中加油是空军的“力量倍增器”



空中加油机可以提高飞机的载荷/航程性能。

空军的 F-111 战斗轰炸机在空中加油机的支援下，长途奔袭上万公里轰炸利比亚，而苏-24 经过一次空中加油后也可以将作战半径提高 70% 左右。而本来航程就远的轰炸机与运输机就更为明显，经过空中加油后，这些飞机可以执行跨洲际的作战任务。

对于作战飞机特别是战斗机来说受发动机限制其最大起飞重量是有限度，同样飞机的载油和载弹也受到限制，也就是说如果要保证航程就要多载油，但载弹就会降低，反之亦然，如果有空中加油机，就可以让飞机少载油多载弹，然后进行空中加油来保证飞机的航程性能。就会较好的做到载油和载弹之间的平衡。



空中加油机可以提高预警机的执勤时间。

空中加油号称现代空军的“力量倍增器”，在提高空军远程作战能力方面起着不可替代的作用，可以这么说空中加油能力的强大直接关系一支空军远程作战能力的强弱。

增加航程和作战半径

空中加油最明显的例子就是 1949 年美国空军一架 B-50 轰炸机在空中加油机的支援下，完成了环球飞行，突出显示空中加油技术对于延伸现代作战飞机的重要作用。根据有关资料现代作战飞机经过空中加油后其作战半径可以延伸一倍以上，如 1982 年美国

增加战机滞空时间

有时作战飞机并不需要执行太远的作战任务，而需要长时间的在战区上空滞留，如在预警机的支援下，战斗机在战区上空维护空优，就需要长时间在空中巡逻以便随时驱逐入侵的敌机。如果战机航程有限，就需要组织多个机场、数量较大的战机进行轮换，从而增加指挥调度和后勤保障方面的难度，而如果用空中加油机就可以最大限度的保持战机在空

中的滞留时间，从而为指挥部的兵力调配降低难度。如苏-27 没有空中加油时候留空时间最多可以达到 5 个小时左右，而加装了空中加油系统的苏-27PU 可以达到 10 个小时以上，E-3A 没有空中加油可以在战区值勤 10 个小时，而一次空中加油后可以达到 20 个小时。

另外空中加油机还可以迅速为战伤缺油的战机提供支援，以降低我方的损失，越战中美国空军的 KC-135 就曾经深入越南北方上空支援战伤的飞机，甚至出现过 KC-135 用巨大的硬式空中加油管将发动机故障，推力下降的战机“拖回基地的战例”。

★ 中国空军加油机质量、数量均不足



选择轰 6 改装加油机很大程度上是因为歼 8 低速性能不好。

低，飞机的操纵性能变差，而中国采用的软式空中加油系统，其加油软管在空中会因为气流的影响而晃动，与受油机对接比较困难，从而影响空中加油作业的进行。

另外中国在 80 年代研制的运-8C 型飞机由于改装气密货舱，取消了机身油箱，导致飞机的载油量下降 10 吨左右，从而影响了空中加油能力，其他影响运-8 性能还包括其发动机功率偏低，导致飞机推重比不足，在高温条件下，比如南海这样的热带、亚热带海区作战时



苏 30MKK 具备空中加油能力，图中的空中加油探管已收起。

选择轰油 6 有其特殊原因和背景

在中国最初提出发展空中加油机时，中国提供的可以改装空中加油的平台很少，仅有轰-6 和运-8 两种。轰-6 存在着载油少，加上其采用了耗油量较大的涡喷-8 发动机，因此在较远距离上可以提供的燃油较少，但其优点就是速度较快，对于空中受油机的要求较低。而且在 80 年代加油机选型的时候因为歼-8 的低速操纵性能不足，如果用运-8 改装的话，由于其速度较低，导致歼-8 受油时飞行速度降

低，从而进一步影响了其载油量，在这种情况下中国空军当时选择了轰-6 做为空中加油平台。

中国空军三代机数量快速增长对于中国空军来说不论在东南沿

海执行保障国家统一的作战还是在南海执行维护国家海洋权益的作战，其预定战场离祖国大陆都较远，因此中国空军近年来致力于完成从国土防空型到攻防兼备型的转变，在这个转变中空中加油能力的提高就成为必不可少的一个环节。

在中国空军作战飞机中，除了苏-27SK/歼-11系列因为自身载油系数较大，航程较远而毋须空中加油支援外，作为远程攻击作战主力的苏-30MKK和航程较近的歼-10都需要空中加油机的支援，前者的数量达到了100架，而后者的装备数量在150架左右。根据有关资料中国空军预计装备的歼-10数量可能会达到300架。随着中国空军远程作战飞机和三代机数量的不断增长，中国空军的空中加油需求越来越大。



轰油6对歼10进行加油，因轰油6载油量不足效果很有限。

对歼8D的加油训练，但对于矢志构建远程进攻战力的中国空军来说，这种局面已经不能用糟糕来形容，简直已经是贫弱。

通过轰油-6的操作、使用，验证了中国空军空中加油机技术和设备，积累了经验。但随着时间的推移，其局限性也越发显得明显起来。虽然中国最新研制的轰-6K型轰炸机换装了D-30KP-2涡扇发动机，增加飞机的载重和航程，降低了耗油率，但由于该机主要用于巡航导弹载机，在短期内可能难以做为空中加油平台。

轰油6数量性能都不尽如人意

面对着巨大的空中加油需求，中国空军空中加油机的数量至今却只有不过20余架轰油-6空中加油机而已。这种由老旧的轰-6改装的空中加油机由于载油量很低，在加油半径为1000公里时可以提供的燃油在10吨左右，而一架苏-30MKK的载油就达到了8吨，这难以对其进行有效的空中加油。这也在解放军多次进行的各类空中加油训练中得到印证，在绝大部分对外公开的图片中，我们看到最多的还是

★ 战术运输机完全可以改装加油机



中国大运预计即将要出样机，但改装加油机还需时日。
平台做出选择。

国外的经验：KC-130 加油机

实际上国外有些国家空军的情况和中国空军相似，他们无法获得较大的空中加油，而负担的某些作战任务又需要空中加油，在这种情况下，许多国家采用在现有的运输机进行改装的办法，其中最普遍的一个例子就是在 C-130 的基础上改装的 KC-130 空中加油机，需要指出的许多国家的空军并不单纯将 KC-130 用于空中加油，而是保留了飞机货舱的货物



KC-130J 仍旧是美国海军陆战队主力空中加油机(图上)。图为其正在为 F-35 进行空中加油，它还能给直升机加油(图下)。

中国短时间内难以获得大型加油机

对于空中加油机来说，飞机越大自然载油越多，效率自然越高，中国周边国家如日本空自装备的 KC-767、皇家澳大利亚空军的 A330MRTT 和印度空军的伊尔-78MKI，都是属于大型空中加油机。相对而言中国空军由于采购的伊尔-78 空中加油机迟迟未能交货，而自行研制的大运尚未首飞，到设计定型尚需时日的情况，用未来大运来改装空中加油机更是“远水解不了近渴”的事情。因此中国空军只能在现有的

装载设备，这样可以方便将飞机在空中加油机和运输机之间进行转换，从而节省费用。

美国海军陆战队也已经将 C-30J 改装成 KC-130J 空中加油机，替代已经老化的 KC-130F/R/T 等型飞机，根据有关资料，KC-130J 比以前几型飞机速度更快，航程更远，增加了载油量，在活动半径近 1000 公里的情况下，可以提供 26 吨燃油，该机还配备了更高效的 MK32B-901E 空中加油系统，可以提供更快的空中输油

能力，并且 KC-130J 保留了 C-130J 的运输能力，必要时可以用于运输及其他任务。

更令人惊奇的是美国海军陆战队甚至将“空中炮艇”机的任务也集成到该机当中，美国海军陆战队计划为该机配备包括 AN/AAQ-30 目标观测系统和 30 毫米火炮在内的观测及火力系统以更好的支援前沿布署部队执行作战任务。

小型加油机可作为大型加油机的补充

另外其他国家尽管装备大型空中加油机，但考虑完成任务时的效费比，仍旧采用较小的空中加油机来执行低烈度冲突时的作战任务，以做为大型空中加油机的补充，比如英国皇家空军和以色列空军都装备过 KC-130 空中加油机做为对现役大型空中加油机的补充，而法国空军尽管装备了 C-135F 空中加油机，但是其在非洲的空军分遣队的空中加油机支援任务由较小的 C-160 改装的空中加油机负责。因此对于中国来说，在近期缺乏大型空中加油平台的情况下，改装运-8 空中加油机就成为一个比较好过渡性手段。

★ 运8加油机可解现阶段的燃眉之急



空警 200 的装备代表着运 8 三类平台的成熟。
中国运-8 三类平台的成熟。

特别是三类平台采用了机翼整体油箱，载油增加到 20 吨左右，增加了航程，另外涡桨 6C 发动机及配套的六叶复合材料螺旋桨在提高功率的情况下降低了耗油量，由于增加了飞机最大起飞重量，因此提高飞机的载油能力，特别是提高飞机在高温、高原地区的载荷能力，对于中国空军在这些地区执行作战任务是非常宝贵的。

运 8 三类平台载油量增加到 20 吨

进入新世纪，根据空军武器装备发展的要求，陕西飞机公司研制了运-8 三类平台，该机在以前运-8 改型的基础上，采用改善气动外形的加长机体、功率达到 5100 轴马力的涡桨-6C 发动机及复合材料六叶螺旋桨、综合化航空电子系统及玻璃化座舱、数字化飞控系统等一系列新技术，随着空警-200 装备部队，标志着



KC-130 仍旧具备运输能力，可以方便的进行角色的转换。

运 8 空中加油能力接近 KC-130J

从相关资料运-8 三类平台的最大起飞重量接近 70 吨来分析的话，以运-8 原型机 35 吨的空重，20 吨的机内载油同，那么运-8 三类平台还可以运载大约 15 吨左右的燃油，飞机总载油量达到 35 吨左右，因此就其空中加油能力来说接近 KC-130J 的水平，以 1000 公里加油半径可以给油 26 吨计算，至少可以满足 3 架苏-30MKK 的补给要求，作战效能要高于目前使用的轰油-6。



前美军飞行员分析的歼 8D 与轰油 6 不同组合的作战半径，那么如果换成运 8 加油机的话作战半径将能有进一步扩展。

就整体性能而言已经达到或者接近美国最新的 C-130J 的水平，因此可以在其基础上改进类似于 KC-130J 的空中加油机，另外中国空军目前主要的受油飞机如苏-30MKK 和歼-10 其低速操纵性能都非常好，由于可以在低速的情况下仍旧保持稳定飞行，因此可以降低空中加油机对于速度方面的要求，从而消除了改装运-8 空中加油机最主要的障碍。

运 8 加油机可发展中加油/运输多用途

另外运-8 空中加油机还可依照国外的相关模式，采用空中加油/运输多用途的方法即保留货舱的货物装载系统，让运-8 可以根据需要在空中加油和运输两种角色中互相转换。这样就扩展了中国空军运-8 机队的用途，虽然这会降低运-8 的空中加油能力，但同时也降低了同时采购多种单一飞机的数量，减少部队武器装备采购成本和使用费用，从整体来说仍旧是非常值得的。并且在国产大型空中加油/运输机服役后，运油-8 仍旧可

以做为该机一个重要的补充，同时也可以中国外贸出口增加一个品种，另外随着中国陆军航空兵不断发展和壮大，中国陆航直升机肯定也要具备空中加油能力，那么运油-8显然是给直升机进行空中加油的最适合机种。避免空军目前存在的临渴掘井局面。

由此可见，在现阶段，改装运-8空中加油机对于中国空军来说是一件花钱少、效果大的事情，可以在一定程度上弥补中国空军目前空中加油能力不足缺点，更好的发挥中国空军的远程作战能力。

(吴锤红 供稿)

明修栈道，暗渡陈仓—浅析日本C-X“中型”运输机



1月26日，日本自行研制的运输机C-X成功首飞。日本自己将C-X列为中型运输机，但从性能指标来推测，C-X实际上是一款大型军用运输机。我们关注C-X，不能仅局限于C-X对日本自卫队远程投送能力的提升；更重要的是，要看到C-X对日本航空工业的传承和发展。

★ 日本国产C-X运输机首飞成功



26日，日本自行研制的运输机C-X在岐阜县进行首次试飞并取得成功。这是日本航空工业继P-X之后取得又一个重要的成果，标志着新世纪日本航空工业取得

了重大突破。

C-X 在日本被称为次期运输机，意为新一代运输机。该机和已经试飞成功的 P-X 是新世纪日本最重要的航空工业研制计划中，可以说对于本世纪日本航空工业起着关键的承上启下的作用。

C-X 的机长 43.9 米，翼展 44 米，高 14.2 米；飞机空重 60.8 吨，正常起飞重量 121 吨，最大起飞重量 141 吨；最大载荷 37 吨，货舱尺寸为 16×4×4 米，航程 5600 公里/37 吨载荷、8900 公里/12 吨载荷。

★ C-X的研制背景



日本陆自选择了皮兰哈-4 战车，它是研制 C-X 的直接动力。

特别是由于自重要轻型履带式车辆，因此可以更加方便的进行空运。

所以，日本新的防卫大纲十分重视轮式车辆的采购，并且陆上自卫队认为现役的 87 式侦察车及 96 式输送车能力不足，同时为与美国陆军新型的“斯崔克”部队统一后勤，陆自选择了与斯崔克战车同系列的“皮兰哈 4”型战车。根据陆自的规划，希望以“皮兰哈 4”为底盘研制多型改型车辆，尽可能的统一轮式车底盘，以简化部队后勤保障的负担。



日本自研的 C-1 运输机运力明显不足。

日本陆自的战略机动转型

我们知道，在 1960 年美日安保条约签署后，日本实际上成了美国的附属国，对于美国的战略亦步亦趋。上世纪 90 年代，随着美国陆军的转型，日本陆自也开始了自己的转型。即由重点防范来自北方前苏联的攻击，转变发展重装部队，转变向发展战略机动型部队。如将驻名古屋第 10 师团改编为战略机动型师团，装备上十分重视轮式车辆的研制与装备。虽然与履带式装甲车辆相比，其越野性能稍差，但是其可以凭借发达的公路网进行远程战略

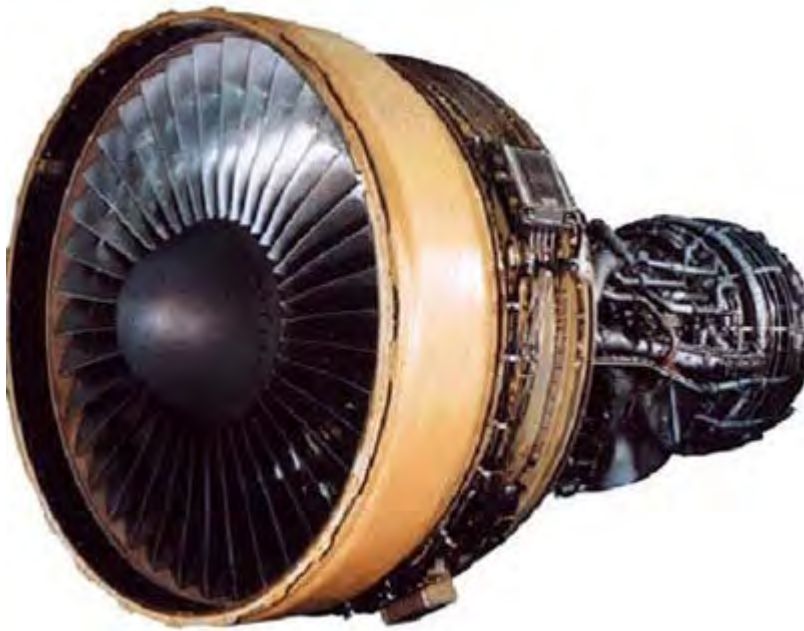
日本空自的运输机队不足

“皮兰哈 4”是瑞士莫瓦格公司在“皮兰哈 3”系列战车的基础上研制的。美国的“斯崔克”就是后者的改进型，其主要提高了

防护能力，包括披挂新的附加装甲，以增强对地雷和直瞄射击武器的防护能力，车底可防御当量为 8 千克的反坦克地雷。为此，IV型的战斗全重达到 25 吨。外形尺寸为 7.2×2.8×2.2 米（长×宽×高）。

而空自目前拥有的运输机主要包括 25 架 C-1、16 架 C-130，前者最大载重为 8 吨，后者也只有 20 吨，难以运载“皮兰哈 4”战车。空自需要一种新的运输机来支持陆自的转型，所以要研制 C-X 运输机。

★ C-X的研制情况



CF-680C2 是空自 E-767 和 KC-767 的动力系统。

2008 年首飞，但由于首飞前的测试发现飞机机体强度有问题，所以推迟到今年才首飞。

C-X 的性能数据

根据海外资料，C-X 的机长 43.9 米，翼展 44 米，高 14.2 米，飞机空重 60.8 吨，正常起飞重量 121 吨，最大起飞重量 141 吨，最大载荷 37 吨，货舱尺寸为 16×4×4 米，航程 5600 公里/37 吨载荷，8900 公里/12 吨。其总体性能与空客最新研制的 A400M 运输机相近，除了基本的军用运输机外，日本还打算发展该机的电子侦察机、空中指挥控制机和民用运输机等型号。

★ C-X实际上是一款大型军用运输机

根据有关报道，C-X 是由日本川崎重工牵头研制，其他如富士、三菱、新明和等航空工业公司参与研制。值得指出的是，其采用与所谓次期反潜机同时研制的方针，同时许多部件和设备都可能通用的办法来加快飞机的研制进度。

2000 年，日本防卫厅决定研制 C-X/P-X；2003 年确定飞机的总体方案，并且确定 C-X 采用推力 260 千牛的 CF6-80C2 涡扇发动机。这型发动机也是空自 E-767 空中预警机、KC-767 空中加油机等飞机的动力装置。C-X 原计划



装 2 台发动机的 C-X 指标与装 4 台发动机的伊尔 76MF 相差无几。

的加大机翼翼展，增加机翼面积，就会提高 C-X 的载荷和最大起飞重量。

先进的发动机也保证 C-X 有较大的载荷航程，从设计指标上看其在载重 37 吨的时候居然有 5600 公里的航程。与之相对应的伊尔-76T，在载重为 40 吨的时候航程在 3000 公里左右；安 70 在载重为 35 吨的时候航程也只有 3000 公里。

事实上，C-X 的载荷航程指标与换装了 CFM56 发动机的伊尔-76MF 大型运输机已经相差无几，后者在载重 40 吨时候航程为 5200 公里。而最新的空客 A400M 在载重为 32 吨的时候航程为 5000 公里，远不及 C-X。



C-X 的货舱比较先进，具有良好的运载能力和升级空间。

宽、高只有 3.4 米，也就是说其装备适应性要明显低于载重还不如它的上述三种飞机。

C-X 的货舱比较先进，具有良好的运载能力和升级空间。它究竟属于中型运输机，还是大型运输机？这是个令人困惑的问题。

在 C-X 的几个指标中，笔者认为以下几项尤其值得我们重视：

1、推力富裕的涡扇发动机

首先其发动机推力高达 260 千牛，相之相比伊尔-76 的 D-30KP 发动机的单台推力只有 120 千牛级，如此大的推力不但确保了 C-X 的载荷能力，也为飞机日后的升级提供了强大的动力。换句话说，即使不考虑修改翼型，就是单纯的

由于采用了涡扇发动机，其巡航速度高达 M0.8，高于安-70 和 A400M 和 M0.7 的标准巡航速度，与伊尔-76MF 大型运输机相近。

2、货舱宽度大，装载适应性好

还有就是其货舱尺寸，其宽、高达到 4 米，与 A400M、安-70 相同。从外形上看 C-X 显得特别的短粗，这实际上是现代运输机货舱发展的趋势，例如伊尔-76 的

尽管 C-X 货舱长度只有 16 米，略小于 A400M 和安-70 的 19 米，但是对于运输机来说加长机身是一件比较容易的事情。

最明显的例子就是标准型的 C-130J 货舱长为 12.2 米，而加长型 C-130J-30 就增加到 16.8 米。另外一种飞机就是 C-141A，由于其货舱容积的限制常常使飞机达不到最大起飞重量。为此，洛克希德公司根据美国空军的要求对 270 架 C-141A 进行改装，主要是加长机身，机翼前加长 4.06 米，机翼后加长 3.05 米，从而使货舱容积增加 61.48 立方米，装载能力提高 30%。

所以，C-X 实质上就是一款大型军用运输机，而不是什么中型运输机。

★ C-X 对日本远程兵力投送能力的提升



C-X 搭配空军新力量将空前提升日本海外派兵能力。上图为最新 TKX 坦克，下图为现役的 F-15J，它将升级到 F-15FX。

部队的指挥控制能力。

可以想像一下，如果此型坦克研制成功，配合 C-X 的运载能力，到时日本将具备把装甲部队投送到近 5000 公里外的能力。再搭配远程战斗机如 F-15FX、E-767、KC-767 这样的具备远程作战能力机种，就会让日本的海外派兵能力得到空前的提高。

对于周边国家来说，日本具备大规模远程兵力投送能力是非常敏感的，这才是最值得我们警惕的地方。

★ C-X 对日本航空工业的传承

凭借强大的发动机做后盾，C-X 可以非常容易的通过加长机身、加大翼展等方式，将载重提高到 40 吨。现在之所以将载重限制 37 吨，可能只是出于日本一向的示弱的惯例。比如，近万吨级的金刚级也叫护卫舰，前不久出来的 2 万吨的驱逐舰都是这方面的例子。

日本之所以回避 40 吨这个指标可能还有一个原因，那就是日本新一代主战坦克 TK-X 的重量就是 40 吨级别。根据有关资料，日本研制的新式主战坦克企图通过小型化、轻型化保持主战坦克的战略机动能力，并通过装备信息指挥情报系统来提高陆自装甲



YS-11 保住了堀越二郎在内的日本飞机设计专家。

还是严格限制，比如不允许日本发展作战飞机。因此，战后日本主要发展的机型集中在运输机和教练机上面，所以运输机的发展很大程度关系着日本航空工业的传承与发展。

举个例子，战后由于日本经济尚处于恢复之中，在各财阀经济、技术能力不足的情况下，日本成立了日本飞机公司来进行 YS-11 客机的研制，其设计队伍就包括零式飞机的设计师堀越二郎。尽管从经济目的来讲，YS-11 没有达到目的，但是其保证日本航空工业得以延续和传承，特别是原来的设计团队不至于流失，从这一点来说 YS-11 的成功实际上超过其本身。



日本航空工业仍旧无法自行研制战斗机。

上“研制”F-2。

接下来随着日本经济陷入停滞不前，日本航空工业几乎彻底成了美国航空工业的附属。在这种情况下，为保持日本航空工业的研制发能力不至丢失，宝贵的研制经验和队伍不至于

C-X 另外一个重要的作用就是对于日本航空工业发展起到的推动。

战后的 YS-11 客机与零式战斗机

我们知道旧日本航空工业做为日本法西斯侵略行为的重要物质基础，在日本战败投降后，一度被解散。尽管美国出于对抗苏联的目的，有限度的解除了日本发展航空工业的禁令，但是在机种上

山姆大叔的“联合研制”

上世纪 70 年代，随着日本经济发展的，自主发展航空工业成为日本国内的共识。为此，日本航空工业先后提出了反潜机计划、大型喷气式客机 Y-X/Y-XX 计划，甚至战斗机的研制都提上日程。

但是在美国的“关照”下，这些计划都变成了与美国“联合研制”。如反潜机改为引进美国的 P-3C，Y-X/Y-XX 变成了与波音公司联合研制 767、777 等飞机，而战斗机是在美国 F-16 的基础

散失，日本航空工业急需新的项目来完成新世纪航空研发队伍的新老交替和经验传承。这就是日本为什么要在新世纪启动 C-X/P-X 以及 MRJ 客机计划的主要原因。



东瀛岛国的暗渡陈仓

由于现阶段，美国的禁令对于日本来说仍旧不可逾越的雷池。因此，日本在第三次 F-X 计划仍旧以自产美制作战飞机为主；所以，日本在研制机型与以前一样，仍旧以敏感度较低的运输机型为主。

日本发展 C-X 有一个较好的借口，就是美国缺少类似的机型。我们

P-X 是日本另一个试探气球。

知道在美国空军运输机型呈现哑铃型，即以大型战略运输机 C-17、C-5 为主力，轻型的 C-130 做为补充，恰好就缺少日本需要的中型运输机。所以，在将来更加有利的支援美国“斯崔克”部队的口号下，日本较为顺利的研制出来了 C-X。不过从设计指标来看，其还是玩了一个明修栈道，暗渡陈仓的花招，搞出来一种有大型运输机潜力的“中型”运输机。



这恐怕也有点试探对于日本所谓的“自主发展”容忍底线的意味，毕竟大型运输机直接涉及到美国自身的安全，而大型客机又能会直接冲击美国战略产业——航空工业。而日本一向被波音视为自留地，这也许是因为日本要在 P-X 选择国产发动机，C-X 要选择进口发动机的原因。除了进口发动机可靠、成熟外，不过分刺激美国估计是另外的原因。

日本在支援美国“斯崔克”部队的口号下，顺利研制出 C-X。

另外同样的做法就是日本 P-X 项目，对于日本这样的岛国且外向型经济为主的国家业说，自行研制、装备反潜机的意义恐怕仅次于自行研制战斗机。所以美国人未来对 P-X 的态度恐怕将是美国人对于日本“自主”程度的放宽到什么程度的一个重要参考依据。

★ 结语

我们对于 C-X 的评价并不能局限于飞机本身，更不要被一个中型运输机的称号迷惑，关注 C-X、日本航空工业乃日本在相关领域未来的发展，才是我们真正需要做的。

另外，中国自研的大型军用运输机也在密锣紧鼓的进行，有消息称也将在今年进行首飞，

研制进度基本与日本 C-X 一致。尽管中国的大运设计指标更高，如最大起飞重量达到 200 吨；但由于中国基础工业较为薄弱，又无法获取西方的技术支援；中国航空工业在与日本同行的竞争中要获得胜利，需要中国航空人的加倍努力。[[相关专题：国产大型军用运输机猜想](#)]

(吴锤红 供稿)

F-22 战斗机



F-22 战斗机

F-22 战斗机（猛禽）是由美国洛克希德·马丁、波音和通用动力公司联合设计的新一代重型隐形战斗机。也是专家们所指的“第四代战斗机”。它将成为 21 世纪的主战机种。主要任务为取得和保持战区制空权，将是 F-15 的后继型号。



简介

F-22 是美国于 21 世纪初期的主力重型战斗机，它是目前最昂贵的战斗机。它配备了可以不发射电磁波，用敌机雷达波探测敌机的无源相控阵雷达和探测范围极远的有源相控阵雷达，AIM-9X（响尾蛇）近程格斗空对空导弹、AIM-120C（AMRAAM）中程空对空导弹、推重比接近 10 的 F-119 涡扇引擎、先进整合航电与人机接口等。在设计上具备超音速巡航（不需要使用后燃器维持）、超视距作战、高机动性、对雷达与红外线隐身性（隐身）等特性。据估计其作战能力为现役 F-15 的 2 到 4 倍。将会在较长的一段时间里成为世界重型战斗机的霸主。研发 F-22 的技术也同时应用到了下一代 F-35 上。



开发历程

F22 发展史:

本计划原称作先进战术战斗机 (Advanced Tactical Fighter, ATF)

1971 年美国战术空军指挥部提出的下一代战机的研发计划。这个计划带动诸多 1970 年代的小型研究计划，美国空军原先打算于 1977 年到 1981 年之间以两组原型机进行试飞，可惜因预算不足而取消。当年美国战机的设计重点是对地攻击为第一优先，只要求空战时有足够自卫的能力。

1979 年时，美国空军将对地攻击和空战性能的重要性提升到同一层次。

1982 年美国空军面对苏联战斗机的快速发展，以及美国空军准备使用 F-15E 与 F-16 担任对地攻击的任务、F-117 进入试飞阶段，对地攻击的需求已经不是那么重要。当年 10 月，最终定案的计划正式在最后一次公开会议上提出。ATF 的技术要求将以下五个特点集在一架飞机上，即低可探测性（隐身性）、高度机动性和敏捷性、不需使用后燃器即可作超音速巡航（而不是只满足于以往使用后燃器短时间超音速冲刺）、有效载重不低于 F-15 和具有飞越包括第三世界战区在内的所有战区的能力。面对如此先进的设计要求，F-22 必须采用一切已有的世界级航空顶尖技术。与 YF-23 的竞争试飞后，F-22 被美国空军选中继续研发。

1986 年 10 月 31 日洛克希德、波音和通用动力 3 家公司联合研制小组的 YF-22 中标，并按要求制造两架原型机。1990 年 9 月 29 日，第 1 架 YF-22 首飞，10 月 26 日进行了第 1 次空中加油。10 月 30 日第 2 架原型机进行首次飞行。11 月 3 日 YF-22 原型机进行了不使用加力的超音速飞行。随后于 11 月 28 日在加州的中国湖海军武器试验中心首次发射了未装弹药的“响尾蛇”导弹，12 月 20 日在加州的太平洋导弹试验场发射未装弹药的 AIM-120 “阿姆拉姆”导弹。

1991 年 8 月 2 日空军正式授予研究洛克希德公司一份 95.5 亿美元的工程发展合同，制造 13 架试验型飞机。1991 年 12 月 16 日，空军确定了 F-22 战斗机的外形，并制造了风洞试验和测定雷达反射截面使用的模型；开始准备内部设计和飞机制造用的工具。

1992 年 6 月 4 日，洛克希德公司完成了 F-22 的设计修改。同月，进行了 F119 型试验型发动机部件的关键性设计评审，完成了发动机详细设计阶段的工作，决定进行 F119 发动机的生产和组装。12 月 27 日 F119 的第 1 台工程发展阶段的发动机开始进行试验。

1994 年 10 月 6 日，洛克希德航空系统公司开始制造第 1 架 F/A-22 的部件。1995 年 6

月，F-22的关键设计评审工作全面完成，至此F/A-22飞机机身的详细设计阶段的工作完成。

1997年3月6日，第1架F-22基本组装完毕，开始进行加注燃料和发动机试车。4月9日洛克希德·马丁航空系统公司首次公开了F-22战斗机，并正式公布了“猛禽”的绰号。1997年9月7日，该机在罗宾斯空军基地进行了58分钟的首次试飞。随后，该机于1998年春返回爱德华空军基地，交由空军试验。

2001年8月，F-22研制成功10年后，美国终于下定决心投入巨资批量生产F-22战斗机。洛克希德·马丁公司承接生产295架F-22的生产订单，如果价格成本令军方满意，五角大楼将会增加订数。

2002年1月，美国空军官员宣布F-22“猛禽”战斗机的首支作战联队将驻扎在弗吉尼亚州的兰利空军基地。首批F-22战斗机计划于2004年9月抵达兰利空军基地，2005年12月将具备初始作战能力。兰利基地成立三个F-22战斗机中队，共拥有72架飞机和6架备用机。



2002年5月31日，洛克希德·马丁公司在完成F-22静力试验之后，又成功地进行了F-22的疲劳试验。F-22机体要求使用寿命为20年或8000飞行小时。

2002年8月，美国空军宣布，将F-22更名为F/A-22，以更准确地体现F/A-22的使命，包括对地攻击能力，同时也是为了配合空军提出的FB-22轰炸机型的任务。

2002年11月，F/A-22已完成初始飞行试验，在试验中，F/A-22实现了以2倍音速飞行；飞行高度15240米以上，并完成了高过载机动飞行，如9g转弯。在3048米以上高度进行了亚音速飞行。

2003年7月，洛克希德·马丁公司将困扰多时的F/A-22软件问题予以解决。这标志着F/A-22项目又取得一次显著的进展。改进版本的软件安装在F/A-22上后，显著改善了座舱系统的可靠性。而在此之前，由于软件的问题，座舱系统每运行两小时就要关闭一次，现在则可以连续运行21小时以上。

2003年9月19日，一架F/A-22试验飞机在例行试飞时差点坠毁，据空军初步调查称，事故是因驾驶员没按原定程序进行飞行机动而致，并非飞机本身出现问题。

2004年3月，空军决定略微增加订购F/A-22的数量，主要的原因是该项目在削减成本方面取得了显著成效，并认为当前的项目估算支持采购277架F/A-22，而此前美空军确定的采购目标是276架。2004年4月29日，美国空军宣称F/A-22进入初始作战试验与鉴定阶段，这为扩大“猛禽”战斗机的采购扫清了障碍。

2004年6月，美国空军宣布授予洛克希德·马丁公司一项价值4.92亿美元的固定价格确认合同，用于购买制造24架F/A-22所需的先进器材和相关设备，这标志着第五批“猛禽”战斗机即将投入低速初始生产。

2004年9月，洛克希德·马丁公司对F/A-22的生产速度作了进一步的调整，加快了战斗机的生产步伐。该公司的目标是2004年生产19架战斗机，并计划在大批量生产阶段每年生产24架F/A-22战斗机。2004年12月21日，一架美军F/A-22“猛禽”战斗机坠在美国内华达州南部的内利斯空军基地坠毁。

虽然美国国防部还未正式宣布，但据消息灵通人士透露，国防部已经批准洛克希德·马丁公司研制的F/A-22战斗机进入全速生产。F/A-22单价1.2亿美元（不含研制成本·武器和维护费用）。2005年5月12日，首架作战型F/A-22已交付给位于弗吉尼亚州兰利空军基地的第1战斗机联队第27战斗机中队。

2005年在美国空军正式服役的量产型则为“F-22A”。最初计划采购750架，经过两次削减最后确定的采购数量是183架，现已交机50架。国空军目前正考虑增加购买60架。F-22“猛禽”战斗机每架成本高达1.3亿美元。

F-22的试验和改良十分细致和周到，因为美国空军认为“F-22并非今日所需，而是为了对付明天的威胁。因此，我们不是为了解决今天的问题在研制，而是要回答今天所能预料的明天会出现的所有可能的问题。我们考虑的是美国空军明天的空中优势。因此F-22必须组合有最好的隐身性、超音速巡航。一体化航空电子系统、敏捷性以及作为制空权所需的对空、对地致命的打击和支援性。”

2009年4月6日，奥巴马政府时任国防部长盖茨宣布，国防部将向国会建议删减许多大型武器采购计划，包括在制造生产的187架F-22战机完成后，减少乃至停止生产这一昂贵战机。



舰载后掠翼 F22（设想）：

技术特点

生产分工图 F-22 采用双垂尾双发单座布局。垂尾向外倾斜 27 度，恰好处于一般隐身设计的边缘。其两侧进气口装在翼前缘延伸面（边条翼）下方，与喷嘴一样，都作了抑制红外辐射的隐身性设计，主翼和水平安定面采用相同的后掠角和后缘前掠角，都是小展弦比的梯形平面形，且机翼上涂有吸收雷达波的特殊材料。水泡型座舱盖凸出于前机身上部，全部武器都隐蔽地挂在 4 个内部弹舱之中。

结构特点

在平面内为带高位梯形机翼的带尾翼的综合气动力系统，包括彼此隔开很宽和带方向舵并朝外倾斜的垂直尾翼，并且水平安定面直接靠近机翼布置。按照技术标准（小反射外形、用吸收无线电波的材料、用无线电电子对抗器材和小辐射的机载无线电电子设备装备战斗机，其设计最小有交错射面为 0.005-0.01 平方米左右）（机密）。在机体上广泛使用含热塑（12%）和热作用（10%）的聚合复合材料（KM）。在批生产的飞机上使用复合材料（KM）的比例（按重量）将达 35%。两侧翼下菱形截面发动机进气道为不可调节的进气道，为敷设发动机压气机冷壁进气道呈 S 形通道。发动机二维喷管，有固定的侧壁和调节喷管横截面积及按俯仰 $\pm 20^\circ$ 角偏转推力向量而设计的可动上调节板和下调节板。

航电系统

导弹挂载图按 TRW 公司通用手册研制的整套综合机载无线电电子设备包括：中央数据综合处理系统；综合通讯、导航和识别系统 ICNIA 和包括无线电电子对抗系统的全套进行电子战的设备 INEWS；具高分辨力的机载雷达 AN/APG-77 和光电传感器系统 EOSS，两个镭射陀螺仪的超黄蜂 LN-100F 惯性导航系统(HHC)。机载雷达为带电子扫描的主动相位阵列雷达，它包含了 1000 多块模组，其中使用了超高频频率范围的单一积分系统技术。为提高隐蔽性，设计有雷达站被动工作状态，它保证雷达站以主动状态工作时使信号更不容易被截获。飞行员座舱内的自动仪表设备包括 4 台液晶显示器和广角仪表起飞着陆系统。

F-22 的航空电子系统采用“宝石柱”计划取行的系统构形研究成果和许多新技术。这种可重构的系统构形，用外场可更换模件（LRM）取代了外场可更换部件（LRU）。各模件分别承担整个航电系统的一部分工作，各模件承担的工作与飞机执行任务时的飞行阶段密切相关。而且当某个模件发生故障时，可使用其他正常模件来承担这一阶段最重要的功能，从而提高了系统工作的可靠性。

雷达系统

F-22 的 AN/APG-77 雷达是 1 个用于探测目标的有源相控阵系统。它通过集中式数据处理系统与其他传感器和航空电子设备一起工作。处理器控制天线发射和接收波束的图形，以及处理接收的雷达数据。APG-77 雷达的技术基础是超可靠雷达（URR）计划和空军的有源相位阵列雷达试验。超可靠雷达的独特的特点是得克萨斯仪表公司的固态相控阵

（SSPA）天线。每个辐射元件的独立发射和接收是这种系统设计中的创新之处，并确保提高了灵活性、小的雷达反射截面积和宽的频带。

最大特点是合成了捷变光束控制，它允许一部雷达同时履行搜索、跟踪和目标瞄准任

务。捷变光束控制同样使雷达搜索其它空域，而同进可能继续跟踪优先打击的目标。另外，雷达的低截获率能力使 F/A-22 在瞄准装备有雷达警报接收机和电子干扰设备的敌机时，而敌机还不知道其已被瞄准。

APG-77 雷达的主要特性：工作频率：8 至 12GHz；扫描范围：电子扫描，±方位 90°；真实波束地形测绘：148 公里；多普勒波束锐化：18.5 公里、37 公里或 74 公里；活动目标指示：74 公里；边测距边搜索：296 公里（迎头）；边速度搜索边测距 296 公里（迎头）。平均故障间隔时间 450 小时（预测值）。

机体性能



德州 F-22 展示机

KC-135 空中加油机与 F-22

[编辑] 一般特征

机组员：1 名飞行员

全长：62 呎 1 吋（18.9 米）

翼展：44 呎 6 吋（13.56 米）

全高：16 呎 8 吋（5.08 米）

翼面积：840 平方呎（78.04 平方米）

空重：31,700 磅（14,379 公斤）

一般起飞重量：55,352 磅（25,107 公斤）

最大起飞重量：80,000 磅（36,288 公斤）

引擎：2 具普惠（Pratt & Whitney）公司 F119-PW-100 涡轮扇发动机，每具最大后燃出力 35,000 磅（155.7 kN）

飞行表现

极速：2.25 马赫（1,500 哩/时，2,414 公里/时）

巡航速度：1.82 马赫（1,220 哩/时，1,963 公里/时）

飞送航程：1,600 哩（1,840 海哩，2,960 公里），加挂 2 个外部燃料箱

最大升限：18000 米

翼负荷：66 磅/平方呎（322 公斤/平方米）

推力：310 千牛（加力）195.8 千牛（普通）

满载内载燃料：1.09（18,000 磅）

50%内载燃料：1.26（9,000 磅） 集体



最大 G 限：-3.0G/+9.0 G

起飞滑跑距离：610 米

着陆滑跑距离：914 米

作战半径：2177 千米

最大俯冲速度：2.5 马赫

前后轮距：6.04 米

最大有效载重：11340 千克

最大起飞质量：27273 千克

空重：13636 千克

机载武器

机炮：1 门 20mm M61A2 火神式六管旋转机炮，配有 480 发炮弹

空对空型：

6 枚 AIM-120C 先进中距空空导弹

2 枚 AIM-9X “响尾蛇”空空导弹或 AIM-132 空空导弹

空对地型：

2 枚 GBU-32 联合直接攻击弹药（Joint Direct Attack Munition, 简称 JDAM）或 2 枚风偏修正弹药洒布器（Wind Corrected Munitions Dispensers, 简称 WCMDs）或 8 枚 GBU-39 小直径炸弹（Small Diameter Bombs, 简称 SDB）或 AGM-88 辐射反雷达导弹

用户及部署

美国暂时是 F-22 的唯一用户。但是 F-22 推出简化版后，日本可能成为第二个用户

美国的 F-22A 部署在本土阿拉斯加基地，将有 8 个中队。

另外的一支中队也曾于 2007 年 2 月进驻日本嘉手纳空军基地，4 月与日本航空自卫队战机展开联合飞行训练，5 月初陆续撤离，结束为期三个月首度美国本土以外的基地驻防。

2008 年 7 月中至 8 月初，12 架 F-22A 进驻关岛安德森空军基地，参与“Jungle Shield”演习。

2009年9月，F-22A将运抵阿联酋，第一次在海湾参加演习。

预计2010年，美军将于夏威夷希肯空军基地正式部署F-22A一中队，将代替空中国民警卫队134联队原有19架F-15。

历史任务

2007年11月22日：一架隶属阿拉斯加第90战机中队F-22猛禽战斗机第一次展现他们拦截两架俄罗斯Tu-95MS熊式H型，这也是F-22战机第一次奉北美航太防卫司令部之命执行拦截任务。

机体维护.MTBF.MTBM

F-4、F-15和F-22是代表美国第二代、第三代和第四代战斗机的典型机种，先后于50年代中期、60年代末期和80年代末期开始设计，平均无故障工作时间(MTBF)分别为1.0小时、2.6小时和5.0小时。F-22的平均维修间隔时间(MTBM)已经由2004年的0.97小时升高到第6批次飞机的3.22小时。F-22每飞行小时直接维修工时由2008年的18.1小时下降到2009年的10.46小时，已经满足12小时的要求。

F-22机背凝结云 F-22的战斗损耗率在十年后仅为F-15的1/20（在与俄制Su-37的虚拟战斗中，F-22和SU-37的损耗率为1比10），维护人员将减半，一个中队20年中的维持成本将比F-15少5亿美元。F-22可进行“超视距作战”，美国空军对此充满信心，现已将F-22装备部队。

丁利平（空军第一研究所）：

F-22飞机是美国空军的下一代先进战斗机。它不仅具有快速、敏捷、隐身及大量高性能的特点，而且具有良好的可靠性和维修性。现根据国外资料，作一简要介绍。

1 再次出动保障简单，出动率比F-16高近一倍

F-22战斗机是一种高度机动的武器系统，以很少的保障人员和保障设备就能在严酷的外场条件下投入使用。它有一套机上气体发生系统，用于向飞行员提供氧气，并向飞机各系统提供干氮等惰性气体。有了这一系统，就可避免使用液氧时所带来的危险性及许多后勤保障问题。

该飞机有一套内装式辅助动力装置，它可以向飞机提供维护所需的全部电源。它还可使发动机具有空中起动能力。这种辅助动力装置与F-16飞机上用的供电装置不同，它以普通的喷气发动机燃油为燃料。因此，F-22飞机再次战斗出动所需的勤务工作只是加注燃油和加挂武器，使再次出动所需的时间大大缩短。

2 发动机维修性好，更换一台仅需90min

F-22飞机所用的普惠F-119发动机具有良好的维修性。它虽是第一种具备推力转向能力的实用型发动机，但其零件数量却比现役发动机减少了40%，所需的维修工具减少了60%。设计人员将发动机的大部分部、附件放在易达的位置，便于维修时的拆卸作业。一个熟练的维修小组更换一台发动机最多只需90 min。维修人员平均能在20 min内拆卸和更换一个发动机的LRU（外场可更换单元）。

3 电子设备模块化，无需中间级维修

采用模块化电子设备方案是 F-22 飞机的最显著特点之一。近 85% 的 LRU 已被电子模块所替代。这些模块装在位于各进气道前面的易达的设备架上，并采用液体冷却，使模块的温度保持在 16℃ 左右，从而使其可靠性比现有的电子设备提高 3 倍。模块化电子设备系统的体积仅为 F-15 飞机电子设备的 1/40，而处理能力却为它的 6 倍。

F-22 飞机的电子设备具有一种“机上”中央综合诊断能力，能使维修人员隔离故障的能力提高 10 倍。每个模块可以各自进行至芯片级的内装式检测。模块本身的状况由上一级机体进行监控。电子设备还采用了一种时间应力测量系统，它能向外场维修人员和修理工厂提供有关故障发生时所处环境的信息。

F-22 飞机的电子设备是能“容错”的，即能在降额的状态下工作。这样，在部分元件失效时，飞机还能继续出动，而对系统总体效能的影响却不大。由于采用了能互换的通用模块，所以电子设备基本上就不需要中间级维修，因而，也就不需要部署中间级测试站和中间级测试人员了。

与现役战斗机相比，F-22 飞机的可靠性可提高一倍，每飞行小时的维修工时可减少 2/3，从而使其战斗出动率比现役战斗机高出近一倍。由于该机在后勤保障方面基本实现了自满足，因此，部署一个有 24 架 F-22 飞机组成的飞行中队所需的空运量，仅为部署一个具有同样数量飞机的 F-15 中队所需空运量的 2/3。

4 军械系统维护方便，航炮送弹可靠性高

F-22 飞机能装载全套空对空武器，其中包括 AIM-120 先进中程空空导弹（AMRAAM）和 AIM-9 响尾蛇导弹。它有 3 个导弹舱，其中两个位于发动机外侧，另一个在中心线位置。导弹挂架是液压传动的，挂弹时不需要撞击挂钩。航炮系统采用 M61 炮，与 F-15、F-16 飞机相同。但其送弹系统有改进，提高了可靠性。

电影情节

在动作电影《[变形金刚](#)》中，霸天虎阵营红蜘蛛就是以 F-22 的形态在地球战斗，并于最后离开地球。并且有多架美国的 F22 执行任务和红蜘蛛厮杀的场景

在动作电影《[变形金刚 2](#)》中，霸天虎阵营红蜘蛛仍然以 F-22 的形态在地球战斗，参与了在埃及的大决战。在此期间，有 4 架军方的 F-22 被堕落金刚摧毁。

在 2008 年电影《[钢铁侠](#)》中，也曾出现过两架 F-22 追击主角的剧情。

在《[绿巨人浩克](#)》中，F-22 战机曾被迫搭载浩克飞上六万呎高空，但浩克无法承受高空稀薄空气而摔下。

在《[异形大战铁血战士 2](#)》中，美国军方出动 F-22 一架，向异形与铁血战士所在的小镇中心投掷下一枚战术核弹，完全摧毁了小镇。

重大事故

中新社洛杉矶三月二十五日电 据外电报道，一架美军最先进的战斗机 F-22 “猛禽”隐形战机二十五日在南加州荒漠地区坠毁。报道说，一架正在执行测试飞行的



美军 F-22 坠毁地点示意图

F-22 战机今天在加州爱德华空军基地以北六英里的地方坠毁，一名飞行员牺牲。

爱德华空军基地位于洛杉矶市以北约一百公里处。事故原因可能是多方面的，据内部知情人透露，很可能是飞行员操作不当或机载设备故障引起的。事故原因正在军方调查之中。F-22，世界上第一种也是目前唯一一种投产的第四代超音速战斗机，它所具备的“超音速巡航、超机动性、隐身、可维护性”（即所谓的 S4 概念，也有资料将“短距起落”包含在内，称为 S5）成为第四代超音速战斗机事实上的划代标准。对于 F-22，著述已多，但涉及到飞机特点以及试飞情况的却少见。所幸《CODE ONE》对 F-22 试飞员进行了采访。本文即试图从访谈中获取信息，从 F-22 最突出的飞行包线两端的飞行性能角度探析该机在作战中所具有的优势，特别是和同样以超机动性闻名于世的苏-37 相比，二者优劣长短如何。

美军战机多种方案更新换代



美军在飞机上

新华网消息:据防务对话网站报道，美国空军、海军以及海军陆战队使用的战斗机在进行更新换代，取代旧战机的是 F/A-18E/F，F-22 和 F-35 联合战斗机。按照计划，美军将在今后 25 年采购 2500 架新战机，但是战机的购买和更新速度恐怕会赶不上旧战机到期退役的速度了。

15 日，美国国会预算局公布了一份对空军的研究。研究将空军目前的规模、战斗力同国防部现代化计划和另外几个造价不同、目标也相异的计划进行了对比。

美国国会预算局的分析包括国防部计划与后备计划在战机数量、战机种类和技术复杂性以及可携带的对地、对空导弹数量上的对比。

美国国会预算局的研究发现:按照国防部的采购计划,战斗机采购数量可能难以达到预计目标。但是,其战斗力能够维持在现有水平或有所发展,因为最新的技术将被整合进新一代战斗机。不过,其中一些技术进步可能会被潜在对手的科技发展所抵消。

后备计划选择购买次先进但是不那么昂贵的战机,避免采购数量不足,节省国防支出,或同时达到上述两个目的。后备计划选择的战斗机没有达到新式战机如F-35的战斗力,但足以与现在相当或更强。

国会预算局还发现,如果将空军结构进行调整,把一部分战斗机替代为飞行半径更长、载弹量更大的强击机,花费同现在差不多。但是,混编后的部队战场持久性和灵活性更强,不足是,对空能力有所下降。

F-22 的争议

可惜的是F-22虽然是极其先进的战机,但由于其造价昂贵,工艺复杂,维修和保养困难,难保证安全性,着重隐身性而放弃大载弹量的原因,美方现已否决F-22改进成轰炸机的计划。再加上F-22下潜能力有限,不及雷电-2型攻击机,使得其在中东地区难以巡航。因此美方盖茨已决定撤销F-22继续生产的计划,他表示F-22是冷战时期的产物,不具有充分改进的价值,在当今以“和平”为主旋律的时代,注定了F-22只不过是年美国士兵助势的命运,F-22的真正价值已失去。

现“参议院以58票赞成、40票反对的表决结果,决定支持奥巴马政府关于停产这一机型的计划,并决定从该院的2010财政年度国防开支授权法案文本中删去有关拨款17.5亿美元用于再添置7架F-22战斗机的条款。”参议院上述表决尽管对奥巴马政府有利,却并非国会的最后决定。根据程序,国会参众两院将先分别就各自版本的国防开支授权法案进行表决,然后通过两院协商形成统一文本。这一文本在两院分别表决通过后,才能成为送交总统签署的法案最后文本。此前,众议院在6月25日通过的2010财政年度国防开支授权法案该院文本中,不顾奥巴马政府反对,批准拨款3.69亿美元,作为在2011财政年度购置12架F-22战斗机的预付款。

“今年4月,奥巴马政府在公布国防预算计划时宣布削减部分大型武器项目开支,包括在美军拥有的F-22战斗机达到187架的数量后停止生产这一机型,并计划从2011财政年度起不再购置此种战斗机。但一些国会议员在军工企业的压力下,反对削减这些项目的开支。”白宫曾威胁说,如果国会在送交总统奥巴马签署的法案最后文本中仍然拒绝停止生产F-22战斗机,奥巴马可能会动用否决权

扩展阅读:

1.http://www.cnxz.com.cn/newscenter/.jsnews/2009-03/26/content_1354927.htm

(吴锤红 供稿)

艰难的一跃 – F-35B 垂直/短距起落战斗机

2010年1月7日，洛马公司的F-35B“闪电”II在飞行中首次启用了STOVL（短距起飞/垂直降落）推进系统，首席试飞员格兰姆汤姆林森驾机起飞，爬升到5000英尺（约1524米）的高度，在飞行速度288千米/小时时打开升力风扇，然后缓慢减速到207千米/小时，再加速到288千米/小时，转回到常规飞行模式。在飞行中，升力风扇运行了14分钟，试飞共进行48分钟。



1月7日，F-35B 首次启用升力风扇



F-35B 是世界上唯一的量产型垂直/短距起落战斗机，对美国海军陆战队和一些拥有小航母的海军特别重要

空中优势对于美国军事战略具有无与伦比的重要意义。进入 20 世纪 90 年代后，美国空军的 F-16A/B 已经开始大批退役，A-10 的替代也早就上了议事日程；美国海军的 F-18A/B 也是一样。更紧迫的是由英国鹞式战斗机发展而来的海军陆战队的 AV-8B，空军的 F-22 已经落实了，海军的 F-18E 也落实了，但海军陆战队的 AV-8B 面临后继无人的窘况。面对三军都需要 F-16/F-18/AV-8 这一级的下一代战斗机，美国国会指令三军联合研制，这就是“联合打击战斗机”（Joint Strike Fighter，简称 JSF）的起源。JSF 要求能够作为 F-22 和 F-18E 的低档搭配，并且具有垂直/短距起落能力，以接替 AV-8B。为此，JSF 具有空军用的陆基型、海军用的舰载型和海军陆战队用的垂直起落型，共用基本机体设计和基本发动机。JSF 要求具有和 F-16、F-18 相当的机动性，还要具有更好的载弹量和航程，最重要的是，JSF 具有隐身能力。但 JSF 难度最大的地方是在于在严格控制成本和风险的前提下，要求具有垂直起落能力。没有这个要求的话，JSF 本来会容易得多。



从二战到冷战到现在，制空权对美国军事思想一直具有特别重要的意义



作为轻型战斗机的F-35根本不轻小，比实际上已经是中型的F-16还大一圈

麦道、波音和洛克希德马丁公司分别递交了自己的设计，麦道方案早早落选，波音方案获得命名为X-32，洛克希德方案则被命名为X-35。经过激烈竞争，洛克希德的X-35入选，成为标准的下一代美国轻型战斗机，并得到军方编号为F-35。常规起落的F-35A为空军型，

已经于2006年12月15日首飞；垂直起落的F-35B于2008年6月11日首飞；舰载型F-35C在2009年7月28日首次公诸于世，预订首飞为2009年底，但现在看来推迟了。普拉特惠特尼公司的F119发动机已经用于F-22，被军方指定为JSF的基本发动机；通用电气公司的F120作为备选发动机，得到低速发展。美国航空发动机的研发能力确实强劲，普拉特惠特尼从F119基本发动机出发，一方面大大增加推力以满足垂直起落的要求，另一方面左右开弓，同时满足JSF所有方案的不同垂直起落方案，这个功力非同小可。



美国空军常规起落的F-35A早已首飞

在俄罗斯的雅克-38和英国的鹞式战斗机之后，F-35B是第三架实战化的垂直起落战斗机。自从飞机成为战场上制胜的重要武器以来，各国空军无不为了受困于固定的跑道而忧心忡忡，追求像鸟儿一样能一跃而腾飞于空中是人们孜孜以求的目标。但这是多么艰难的一跃啊。

直升机能够实现垂直起落，但直升机具有太多的固有缺陷，不可能取代固定翼飞机。但是固定翼飞机的机翼只有在前进中才能产生升力，这就决定其对跑道助跑的依赖。固定翼飞机要实现垂直起落，只有在起落阶段摆脱对机翼升力的依赖，用发动机产生直接升力。于是，在普通的战斗机机体上，在重心附近增加专用的升力发动机就成为很自然的一个思路。

专用的升力发动机因为工作条件范围小、工作时间短，所以体积小、重量轻、推力大，坏

处是占用机体体积和和平飞中成为死重，严重影响战斗机的载弹和航程。法国达索公司、意大利菲亚特公司、美国洛克希德公司、苏联米格和苏霍伊设计局都研制过将升力发动机安装在普通战斗机上的垂直起落战斗机，但只有苏联的雅可福列夫设计局才将采用升力发动机的垂直起落战斗机实用化。

1971年首飞的雅克-38在前机身安装两台辅助的升力发动机，在后机身安装一台作为主要推进装置的升力-巡航发动机。两台升力发动机降低了单发失效对安全的威胁，但升力发动机安装在机体内是有其问题的。首先，炽热的喷气离发动机进气口很近，容易造成喷气回吸问题，极大地影响了发动机的有效工作，也给机体带来严重的烧蚀问题。第二，高速喷气在机体下延地面向两侧流动，而机体上方除升力发动机进气口附近外，空气相对静止，这就相当于将机翼反过来的情况，造成使机体向地面吸附的效果，大大减弱垂直起落中的实际可用升力。



雅克-38是苏联时代的舰载垂直/短距起落战斗机



雅克-38 的航程和飞行性能都差强人意，只能作为侦察机，用作舰队防空或者海上攻击很勉强



雅克-38 的炽热喷流可以对甲板造成很大的损坏

雅克-38 在使用中对飞行员的操控要求十分苛刻，一个不小心，就会出事故。雅克为此专门设计自动弹射救生系统，在垂直起落阶段，一旦机体倾斜超过一定程度就自动弹射，速度和高度达到一定程度以上才自动解除。从某种意义上说，雅克-38 是为了和“基辅”级航空母舰配套而匆匆投入使用的。作为作战飞机，雅克-38 并不成功，只有 600 公斤的载弹量、100 公里的作战半径和有限的机载电子设备，在实战中，很难作为同时代的 F-14、F-18 的对手。雅克-38 的可靠性也十分糟糕，第一个中队的 6 架雅克-36 随“基辅

”号出航时，出发伊始就有一半不能升空，等到一个月后返航时，只剩一架还能升空了。

为了尽可能增加航程和载弹量，苏联海军飞行员采用短滑跑起落，但早期的雅克-38没有考虑滑跑起飞，前机轮不能控制转向。雅可夫列夫设计局根据使用经验，设计了改进型的雅克-38M，不光前机轮可以转向，而且在机背升力发动机进气口两侧增加了纵向的挡板，可以缓解一点喷气回吸的问题。



为了减小下射喷流对甲板的损坏和增加起飞重量/航程，雅克-38常采用短滑跑起飞

苏联曾经想过将雅克-38用于前线近距对地支援，并在阿富汗试验性地部署了几架雅克-38。但垂直起落时造成的巨大尘土大大增加了发动机的磨损，也严重恶化了飞行员视界，危害飞行安全。其载弹、航程太低，对地勤的要求太高，远远不如武装直升机实用，这个想法很快就放弃了，雅克-38再也没有作为陆地起落的战斗机部署过。苏联解体后，军费剧减，鸡肋的雅克-38在92年就推出现役，配套的“基辅”级航空母舰也很快推出现役，其中的“基辅”号和“明斯克”号成了中国人的海上主题公园。

在雅克-38的基础上，雅可夫列夫设计局进一步设计了超音速的雅克-41（也称雅克141）。雅克-41在设计上比雅克-38要成熟很多，据说作为战斗机其基本性能不亚于米格-29，那比雅克-38是一个非常大的进步。雅克-38的发动机喷口是Y形的，在中机身向两侧分叉。这是为了保证升力-巡航发动机的喷口在机体重心附近。雅克-41反其道而行之，除了辅助的升力发动机依然靠前布置外，作为主要推进装置的升力-巡航发动机采用单一

的转向喷口，但尾翼安装在喷口两侧的尾撑上。



雅克-41 是雅克-38 的后继，可以达到超音速，但因为苏联解体而流产了



雅克-201 是结合隐身修形的雅克-41 大改

雅克-41 进行了成功的试飞，但生不逢时，正好赶上苏联解体，军购急剧缩水。雅可福列夫设计局用自己的经费还勉强支撑了几年，希望能吸引外国合作伙伴，但没有结果。海湾战争和 ATF 竞标（最后导致 F-22）后，雅可福列夫设计局看到隐身对新一代作战飞机的影响，将雅克-41 按隐身要求修形成雅克 43，后来还进一步改进成雅克-201，最后还是无果而终。然而，洛克希德看中了雅克-41 的设计经验。尽管不能说 X-35 抄袭雅克-41，但 X-35 的设计受到雅克-41 的影响是没有问题的，尤其是其升力-巡航发动机的安排，这是

和雅可夫列夫交流的结果，洛克希德也供认不讳。

英国研制垂直起落战斗机甚至早于苏联，在1960年就首飞成功鹞式战斗机的前身霍克P1127。P1127和鹞式不用专门的辅助升力发动机，而是用单一的升力-巡航发动机，依靠转向喷口实现垂直起落。鹞式战斗机的历史是另外一个话题，但应该指出的是，单一的升力-巡航发动机尽管节约了专用升力发动机的体积和重量，但自身的复杂性和重量大大增加，而且在布局上必须安装在机身重心，四个喷口像八仙桌的四个腿一样提供平衡的升力。鹞式的前喷口是从发动机压气机不经燃烧室直接引出，后喷口喷射的才是高温燃气。由于控制力矩短，鹞式在垂直起落状态下的载弹很有讲究，要是不平衡就容易出事故。为了确保“四腿”的推力平衡，只能采用单发，限制了进一步的发展。



“鹞”式战斗机是最成功的垂直/短距起落战斗机，但年岁大了，急需替代

鹞式的命运比雅克-38好一点，在1982年的英阿马岛战争中大出风头之后，搭载鹞式战斗机的小型航母曾一时大行其道，连美国海军也为之心动，但最后只有美国海军陆战队使用由鹞式发展而来的AV-8B。有意思的是，在两次伊拉克战争中，AV-8B并没有随海军陆战队前出上陆就近部署，而是依然以两栖攻击舰为基地，作为一般的舰载飞机使用。



F-22 是美国空军的主力战斗机，需要有一个低档战斗机搭配，这就是 JSF 了

JSF 作为 F-22 和 F-18E 的低档搭配，本来在技术的挑战远远低于成本控制上的挑战，但垂直起落的要求使整个 JSF 计划极大地复杂化了。空军不愿意为了不需要的垂直起落要求而损失机动性、简单性和成本，海军不愿意在对航母起落至关重要的低速性能上作牺牲，海军陆战队则非垂直起落不可。

麦道、波音和洛克希德-马丁分别提交了方案。麦道的方案采用和雅克-38 相似的升力发动机加升力-巡航发动机的布局，在气动布局上为无垂尾的 V 形尾方案，机翼后缘呈 M 形，可以说是空军的“先进技术战斗机”ATF 竞争中落选的 YF-23 的缩小版。采用单独的升力发动机有利于降低动力系统的研制风险，其喷口可以转向，不仅可以产生直接的升力，也可以向后偏转，产生推力，在主发动机故障或战损时，升力发动机可以使飞机安全返航，加强战场上的生存力。麦道方案的机翼设计很有新意，机翼和尾翼之间的“边条”既强化翼身融合体，又在大迎角时起到升力体的作用，是神来之笔。但垂直起落设计了无新意，死重大，成本高。最大的问题还是在 V 形尾。V 形尾重量轻，隐身好，阻力小，但 V 形尾一动，在滚转和偏航上就有交联，对飞行控制系统的要求很高，对机动性的影响也大。美国空军尽管强调隐身，但对机动性丝毫也不放松，YF-23 就是栽在这上面。麦道虽然最后临时加装了鸭翼以改进机动性，但是为时已晚，麦道方案在还没有进入最后的对比试飞前就被淘汰了。JSF 落选对麦道是致命的，这个曾经研制 F-4、F-15，主要承包 F-18、AV-8 的公司，就这样降下了帷幕。

尽管波音在二战之前就再也没有得到过美国战斗机的订单，但波音对所有战斗机竞争从不放过，屡败屡战。正因为没有历史，波音也就没有包袱，设计方案就敢于另类。波音 JSF 方案采用一反美国常规的双垂尾大三角翼方案，这是康维尔 F-106 后第一架美国的无尾三角翼战斗机。波音 JSF 采用和“鹞”式相似的一体式升力-巡航发动机，不同的是从压气机引流压缩空气的前转向喷管被取消了，后向的主喷管一直延伸到机尾，在垂直起落时，使用偏转装置，从机身重心附近就“提前”喷射出来，这样对后机身气动设计比较容易。这样可以充分利用高温燃气产生最大升力，避免最大起飞重量受限的困窘。巡航状态时，偏转装置将喷流导向尾喷管，产生推力，尾喷管具有推力转向能力，用于改善机动性。



波音 JSF 采用无尾三角翼



其血盆大口的进气口是最大的特征

由于发动机要尽量前置，以使喷口坐落在机体重心处，进气道只能又大又短，这血盆大口一般的超大进气道给隐身带来很大的问题。波音用“雷达屏障”来解决，就是在进气道中用涂覆雷达吸波材料的导流片使进气气流像在迷宫里一样扭转后才进入风扇正面，而这迷宫可以有效地阻止电磁波长驱直入，或者形成有效反射。经过多次折射、反射的电磁波被反复吸收能量，最后反射回入射方向时能量已经大大降低，达到降低雷达特征的效果。F-18E的进气道也是采用了类似的技术，才达到准隐身效果的。不过F-18E的进气道导流片是固定的，X-32的导流片是可调的，可以根据飞行状态和隐身的要求调解角度，将进气气流理顺，优化风扇的效率。导流片的缺点是结构重量和进气压力损失，发动机推力要适当增大以补偿进气压力损失。

波音 JSF 得到最后对比试飞的资格，代号为 X-32。X-32 的 F119 除了独特的两段式喷管外，还在垂直起落阶段用姿态控制喷嘴实现其余的升力和控制平衡。X-32 的 F119 还有一个特色：从发动机风扇引出高压空气，在前机体下方向下喷射，形成一道气帘，阻止炽热喷气回流到进气口。发动机上所有和垂直起落有关的额外系统总重约 300 公斤。

X-32 肥厚、宽大的机翼为机内燃油提供了极大的容积，机翼翼载小，机动性相当好。宽大的机体可以容纳较大的机内武器舱，有利于隐身和降低气动阻力、增加航程。X-32 的问题在于过于围绕垂直起落性能而设计，常规起落的性能损失较大。由于无尾三角翼的固有特性，起飞和着陆时不能通过放下襟翼来达到增升何缩短滑跑距离，海军对此尤其敏感，因

此对无尾三角翼布局极力反对。波音试图亡羊补牢，在最后时刻将 X-32 改成有尾布局，但为时已晚。

洛克希德 JSF 基本就是 F-22 的缩小版。洛克希德 JSF 在早期曾经设想过用鸭式布局，但不久就放弃了，回到驾轻就熟的常规布局，采用与 F-22 相似的菱形翼和外倾的双垂尾，此外并无惊人之笔。在气动设计上，洛克希德 JSF 的最大特点是“无边界层分离板超音速进气道”（Diverterless Supersonic Intake，简称 DSI），用一个精心设计的鼓包而不是常见的边界层分离板来泄放机体和进气道结合部的呆滞气流，既改善了隐身，又提高了进气效率。



洛克希德 X-35 连模样都像缩小版的 F-22



X-35 的 DSI 是一个设计创新

如前所述，JSF 的关键技术挑战在于垂直起落，而不是隐身。洛克希德为了少走弯路，早早和雅克夫列夫合作，吸取前者在垂直起落战斗机研制上的经验，最后方案和雅克-41 有相似之处也就不奇怪了。不过洛克希德没有采用专用的升力发动机，而是从主发动机引出动力，驱动前置的升力风扇，这样可以既具备升力发动机布置相对灵活、重心控制相对有效的特点，又减少升力发动机死重的缺点。另外，升力风扇的排气就是压缩空气，没有对机体烧蚀和喷气回吸的问题。洛克希德 JSF 在升力风扇的驱动方式上有过一段犹豫，最后采用了技术上比较成熟的轴驱动，配以号称世界上最强大的离合器。在巡航状态时，离合器将驱动轴和升力风扇脱开，升力风扇的进、排气门关闭。在垂直起落状态时，离合器将驱动轴和升力风扇连接，升力风扇的进、排气门打开。

洛克希德最初是想用喷气驱动的升力风扇的，也就是说，将低压压气机后的压缩空气引出一股，用管道折向前面，驱动升力风扇。驱动方式可以向轴心的涡轮吹气以驱动风扇，或者向升力风扇的翼尖吹气，像驱动水轮一样。喷气驱动的好处是省却了沉重、复杂、维修麻烦的驱动轴和离合器，可靠性好，但喷气驱动需要在机体内布置可以通过很大流量的高压空气管路，占用空间太大。高压空气掉头 180 度后，动能损失也很大，最后还是放弃了。



F-35B 采用升力风扇和主发动机推力转向相结合，产生垂直升力

洛克希德 JSF 也进入了对比试飞，代号为 X-35，并最终赢得 JSF 的合同，代号改称 F-35。洛克希德由此成为 21 世纪美国唯一研制新战斗机的公司，波音通过麦道的关系还在制造 F-18E/F，但在 F-22 上只有转包商的份，F-35 则一点份也没有。F-35 将分三个基本型：空军的 F-35A 型取消升力风扇，空下的体积用于更多的机内燃油和机载设备；海军陆战队的 F-35B 型具有垂直起落能力，机背加宽以容纳升力风扇；海军的 F-35C 型为航母起落增大了机翼和尾翼，以适应航母上低速、大迎角起落的要求。英国已经肯定加入 F-35 计划，很多国家有意用 F-35 作为 F-16 或 F-18 的后继，但美国对 F-35 的生产采用“赢者通吃”，而不是入股分工，并对 F-35 的研发发言权和敏感技术的转让限制重重，可能给 F-35 的外销带来一定的问题。不管怎么说，如果不出意外的话，F-35 将是未来二、三十年里世界上的主导战斗机之一，F-35B 也是唯一的实战型垂直/短距起落战斗机，其重要性不言而喻。

(吴锤红 供稿)

水很深:美军的隐身机盘点

美国 50 年飞行器隐身技术发展历程可谓波澜壮阔，气势逼人。为什么说美国是世界第一强国，那就来看看这些模样古怪的东西吧。



美国 50 年飞行器隐身技术发展历程可谓波澜壮阔，气势逼人。为什么说美国是世界第一强国，那就来看看这些模样古怪的东西吧。

A-12/SR-71 战略侦察机



早在1955年，在U-2侦察机首次试飞不久，洛克希德公司专门负责开发研究的“臭鼬工厂”，便开始对U-2的后继机，一种减小雷达反射截面积的超音速侦察机进行基础研究。为了对付当时技术性能逐步提高的苏联雷达系统，在U-2飞机的著名设计师凯利·约翰逊的领导下，“臭鼬工厂”执行了一项代号为“热忱”的计划，以研究速度M3一级、且能极大减小机体雷达反射截面积的新式侦察机A-12。

A-12“牛车”，是1959年洛克希德公司为美国中央情报局研制的高空高速侦察机。

在美国人设置的层层“黑幕”的笼罩下，长期以来人们无法了解“黑鸟”家族的真相。实际上，“黑鸟”家族，即“黑鸟”系列飞机有三代：美国中央情报局的单座侦察机A-12“牛车”及其衍生型、试验战斗机YF-12A和美国空军的战略侦察机SR-71。这三种型别的飞机分别制造了15架、3架和31架。目前仍在使用的“黑鸟”只有4架：由美国空军第9侦察联队第2分遣队使用的两架SR-71A重新服役型、由美国国家航空航天局(NASA)德赖顿飞行研究中心使用的一架SR-71A和一架SR-71B。

在“黑鸟”家族这老少三代中，实际完成研制并装备部队使用的中只有A-12“牛车”和SR-71“黑鸟”，但SR-71的问世是与前两者密不可分的。

D-21 无人侦察机



D-21 是美国 60 年代中后期开始生产、改进的高空超音速无人侦察机。其隐身特征是：翼身融合体构型；冲压发动机装在机身中，有延长的尾喷管；机体中大量采用复合材料；于机翼和机身中部上下表面，大面积敷设雷达吸波材料覆盖层。

Have Blue 验证机



1976年，臭鼬工厂开始展开第一代低可探测性飞机的研究计划：“海弗蓝”（Have Blue），随后以海弗蓝为基础制造出史上第一架隐身军用机 F-117。

Senior Prom 验证机





senior prom 是洛马公司的极度机密的隐身技术验证机计划。

F-117 隐身攻击机



F-117 是实用化的采用多面体隐身设计的第一代作战飞机，号称战斗机，实际上没有空战能力，只能用于对地攻击。

Tacit Blue 验证机

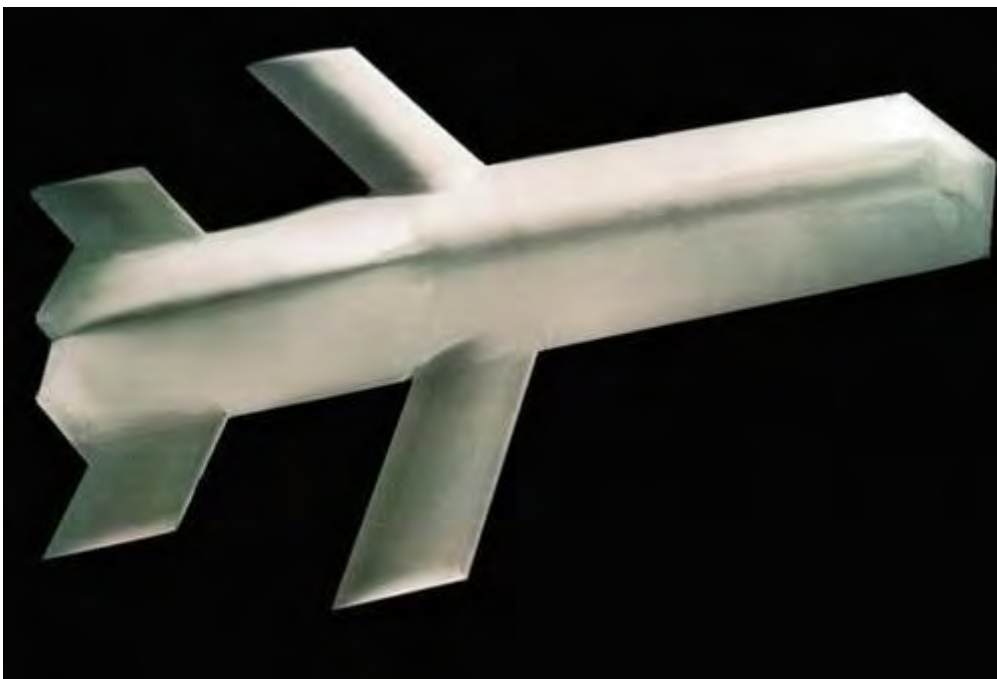


诺思罗普 Tacit Blue 是另一个隐身研究机，重点研究全向隐身，采用锅盖形截面，使雷达波能量从边缘流散。上方是波音的“捕食鸟”隐身研究机。

诺思罗普的方案和洛克希德的多面体思路不同，采用上圆下平的锅盖外形，使雷达波的能量从边缘流泄发散而达到隐身。这个外形和诺思罗普一向钟爱的飞翼是天作之合，诺思罗

普的努力最终导致了 B-2 轰炸机。

AGM-137 隐身导弹



AGM-137型导弹是一种空中发射的隐身战术导弹，射程为6000公里，于1996年至2004年陆续装备在B-52、B-1B、B-2三种轰炸机上，成为美国空军轰炸机攻击重大目标的主要常规武器。MGM-137型导弹是地面发射的隐身战术导弹，射程为500公里，是美国三军通用的攻击型导弹，可装载常规弹头或核弹头，重约10

0 0 公斤，能以亚音速飞行，性能比其他任何隐身导弹都好。

B-2 战略轰炸机



锅盖形截面最终导致飞翼，这就是 B-2 的由来。

B-2 战略轰炸机是冷战时期的产物，由美国诺思罗普公司为美国空军研制。1979 年，美国空军根据战略上的考虑，要求研制一种高空突防隐形战略轰炸机来对付苏联 90 年代可能部署的防空系统。1981 年开始制造原型机，1989 年原型机试飞。后来对计划作了修改，使 B-2 轰炸机兼有高低空突防能力，能执行核及常规轰炸的双重任务。

B-2 隐身轰炸机的研制工作开始于 1978 年，1989 年确定的采购计划包括 1 架原型机和 132 架作战型飞机（其中 5 架是由原型机改装的）。总费用达 600 亿美元（1989 年币值），平均每架 4.5 亿。

建造 B-2A 轰炸机的最初构想始于 1975 年。当时，美国国防部所属的“先进计划局”出笼了一个代号为“哈维”的项目，落实到空军，就派生出了 XST(实验、隐身、战斗)计划。在这一计划中，将隐身技术运用到飞机上的设想被首次提出。富有研制军用飞机经验的洛克希德公司捷足先登，率先获得了军方的研制合同，并很快拿出两架全尺寸 XST 样机，初步证明隐身技术在飞机上加以应用具有可行性。

1977 年，“冷战”仍酣。为了能隐秘突入苏联领空，寻找并摧毁苏军的机动型洲际弹道核导弹发射架和纵深内的其它重要战略目标，美国空军提出要制造一种新型战略轰炸机，要求它能够避开对方严密的对空雷达探测网，潜入敌方纵深，以 80% 的成功率完成任务。为

此，空军拟制出了“军刀穿透者”计划，把隐身技术的应用列入了具体议事日程。由于洛克希德公司不久前提交的样机受到好评，空军便将生产 F-117A 隐身战斗机的合同交给了这家公司。随着隐身战斗机的投产，美国国防部和国会要人也开始接受了“隐身轰炸机”这一概念，并于 1979 正式批准了空军提出的研制这种飞机的申请报告。次年，美国空军就研制“先进战略突防飞机(ASPA)”进行了公开招标，诺斯罗普公司提出的方案得到了首肯。随后，美国空军把该机的研制项目正式定名为“先进技术轰炸机(ATB)”，——这就是 B-2 隐身战略轰炸机的最初名称。

在 80 年代的最初几年中，B-2 的设计经历了几次大的更改。比如，在 1984 年，就对飞机主翼的设计进行了重大改动，因为空军不仅要求飞机能从高空突入，而且还要能超低空突防，从而带来了提高飞机升力、增强机械结构强度、进一步降低其雷达反射截面等一系列问题，使飞机的设计历经数年才得以定型。

1988 年 4 月 20 日，美国空军首次展示了一幅 B-2 飞机的手绘外形彩图，世界为之一震，航空界人士和众多的军用飞机爱好者无不对其独特的外形而啧啧称奇。同年 11 月 22 日，编号为 AV-1 的 B-2 原型轰炸机终于“千呼万唤始出来”，一时成为美国公众争相一睹的怪物，世界各国的军事刊物也争相对它加以报道。但此后，B-2 再次销声匿迹长达数年。这期间，它经历了军方进行的多次秘密试飞和严格检验，生产厂家不得不根据空军方面提出的种种意见和各种苛刻要求不断进行设计修改。在历时整整 5 年之后，1993 年 12 月 17 日，美国空军终于推出了第一架 B-2A 型飞机。

1997 年 4 月 2 日，首批 6 架 B-2A 隐身轰炸机正式在美国空军服役，另外 15 架也将按计划陆续交付部队使用。

AGM-129 巡航导弹



1982 年，美国第一个航空中队的 16 架 B-52 轰炸机完成了改装 AGM-86B 空射巡航导弹后，

随着隐身技术的突破，开始研制空防能力更强的隐身巡航导弹。当空军这一建议提出仅一月，美国总统就批准了这一计划，于1983年4月正式开始研制被称为AGM（先进巡航导弹）的隐身巡航导弹。1985年7月，开始飞行试验，1986年7月小批量生产。该计划二分保密，研制过程中的许多重要细节和关键技术从未透露，连导弹的分类、编号AGM-129也是在一年后才正式公布。

AGM-129隐身巡航导弹，弹长6.37米，弹体最大直径0.74米，发射质量1682千克，带一颗当量为20万吨级TNT的W80-1核弹头，射程为3000千米，1991年开始装备B-52战略轰炸机，每架飞机可在翼下携带12枚导弹。

与AGM-86B空射巡航导弹相比，AGM-129导弹的主要特点：一是采用独特的隐身气动外形设计和巧妙的结构布局，使导弹具有较好的隐雷达、隐红外和隐声学的性能；二是弹体和翼面均采用吸收电磁波的复合材料和吸波涂料，大幅度减小了导弹对雷达电磁波的反射，不容易被敌方的雷达探测到；三是采用耗油率低的涡轮风扇发动机并用气冷式高压涡轮叶片，可提高推力、增大射程，明显降低红外信号特征；四是在惯性导航+地形匹配复合制导系统中使用激光雷达，提高了其测高仪的精度和地形分辨率，使导弹在超低空以高亚音速进行地形跟踪和机动飞行，导弹的命中精度约16米；五是采用新技术较多，生产数量较少，导弹成本大幅度增加。AGM-86B采购单价为157.4万美元，而AGM-129隐身巡航导弹的采购单价高达673.4万美元。

AGM-129是一种隐形空射战略导弹，它大幅度地提高了AGM-86的射程、命中率和生存能力。该弹能够有效躲避雷达和地面防空体系，在任何地形条件下摧毁敌方坚固的地面工事。该弹最初计划生产2500枚，再先后被削减到1460枚和1000枚，最后由于冷战结束，1992年美国空军宣布暂停生产，截至1993年最后一枚AGM129出厂，共生产了460枚。

“暗星”隐身无人侦察机



Tier3“暗星”属于一种全新概念的新型无人机，将主要用于实时侦察和监视。其研制计划由美国国防部高级研究计划局（ARPA）和防务空中侦察办公室（DARO）负责组织制定和论证，主承包商是洛克希德-马丁公司和波音飞机公司。

1993年5月，美国国防部公布了无人驾驶飞机（UAV）总体规划。其中的一部分就是发展一种全面、综合、有效的无人驾驶侦察机，使之成为空中平台，以满足二十一世纪作战的需要。这里所说的空中平台，就是根据任务需要，装备不同的可兼容的通用性设备，以执行不同的任务。这种无人驾驶侦察机要求生存力强，具有实时侦察和监视能力，探测覆盖面积大；能对其它飞机（包括有人驾驶和无人驾驶飞机）及所属设备提供的综合数据进行比较，迅速完成多种数据的采集和传输；特别希望其探测系统能与作战飞机有直接联系。为了达到这一目标，美国国防部防务空中侦察办公室提出了一个系统发展途径，着手组织研制专门的飞机、探测设备、通信和信息技术。

“暗星”隐身无人机的研制计划，最初是在一个名为“845项目管理局”的拨款下，由美国国防部局统研究计划局（ARP）负责制订的，属于原型武器发展项目。1994年6月20日，该计划的论证工作完成，按照合同要求，“暗星”无人机的研制工作的主要任务为洛克希德和波音公司两家主承包商所平分，各占50%。波音飞机公司负责机翼或自动控制系统（包括航空电子和探测设备）的研制和试验。洛克希德公司的任务是设计制造机身和机载系统，完成全机总装、综合调试和系统试验。此外，发动机由威廉斯公司与国外合作研制，西屋公司提供雷达、侦察/光学设备公司提供电光探测器等。

“暗星”无人机预先提出每架样机完成设计的经费为1000万美元（1994财政年度美元值）。制造两架原型机，并通过飞行试验，合同经费是1.24亿美元。

“暗星”的外形非常奇特，机翼硕大，机身扁平，采用了无尾式翼身融合体设计，有人称它为飞翼和飞碟设计的混合体。机翼的平面形状基本为矩形，前缘后掠角 4.5 度，后缘后掠角只有 0.5 度。一台由威廉斯公司与外国合作研制的 FJ44 涡轮风扇式发动机装于其中。机头上方的圆洞为发动机进气口，尾喷口位于后机身下部。采用了前三点式起落架，前轮很靠前，可向后收起；主起落架位于翼身连接处。可向里收入机身内。

采用这种奇特的外形设计，主要是考虑到隐身能力和飞行性能的兼顾，尽量减小飞机的雷达反射截面积，为了提高“暗星”的隐身性能，除了在外形上采取措施外，还采用了大量的先进材料和制造工艺，如“暗星”的全复合材料、全胶接的大展弦比机翼，就是采用 B-2 隐身轰炸机和 F-22 先进战斗机的制造技术生产的；机体下部涂有黑色涂料也是从隐身考虑的，上部涂成白色是为了增加阳光辐射，减少吸热，以免机载，包括探测设备和飞行控制系统等。

“暗星”无人驾驶侦察机装备合成孔径雷达（SAR）或电光探测器（EO），它在 APQ-183 多功能雷达的基础上发展而来，这种多功能雷达曾用于已停止发展的美国海军 A-12 攻击机。电光探测器由位于伊利诺斯的侦察／光学设备公司研制生产。新型雷达和电光探测器除了要有大范围的探测能力外，还要求具有通用性，可以在现场互换。其设计性能是，在续航 8 小时时，总监视覆盖面积为 48000 平方公里左右；在 1 米分辨率时。搜索速度为 5480 公里／小时；能显示 0.3 米的目标点；单机可截获目标 600 个。

主要飞行控制系统是霍尼韦尔公司生产的 BG1232 综合飞行控制设备，HG1700 惯性测量装置。H-764 全球定位和惯性导航系统。此外，还有通信设备和数据传输系统等。“暗星”无人机将具有自主起飞、自动巡航、脱离和着陆的能力。而且可在飞行中改变自己的飞行程序，以执行新的任务。

暗星全机长 4.57 米，机高 1.52 米，最大重量 3900 千克。“暗星”是一种亚音速飞机，活动半径超过 1800 公里，可在 13700 米高度巡航飞行 8 小时。

X-36 验证机



由 NASA 和波音公司（原麦道公司）联合研制的 X-36 是一种遥控无尾技术验证机，它在试验中获取的数据将能极大的提升未来战斗机空战操控性和生存能力。X-36 将用来研究战斗机隐身设计与飞行敏捷性的配合，及其对其它性能的影响。

X-36 机长 5.55 米，翼展 3.175 米，机高 0.95 米，空重 494 千克，最大起飞重量 576 千克，最大速度为 450 公里/小时。X-36 采用翼身融合设计鸭式布局构型，没有大多数传统飞机上的垂直尾翼和水平尾翼结构。其结构主要采用铝合金与石墨复合材料蒙皮，机翼前缘与后缘都具有 40 度的后掠角。由于是无尾设计，X-36 的雷达反射面积有了大幅度的减小，但却给飞机的飞行敏捷性和高升力特征产生不利的影响。因而 X-36 采用了分裂式副翼和推力矢量装置进行方向操纵，另外还使用了一种非常先进的单通道数字飞行控制系统来使飞机飞行时保持稳定。X-36 采用一台威廉姆斯国际 F112 涡扇发动机，其最大推力为 320 千克。

X-45 验证机



X-45 是 DARPA 和美国空军联合提出的一项先期概念演示计划，其主要任务是用来验证无人作战飞机（UCAV）的技术可行性，以更快、更高效的应付 21 世纪的全球突发性事件。X-45 无人作战飞机具有低探测、维护方便、执行任务费效比高等诸多优点，预计首批 12 架 X-45 于 2008 年具备初始作战能力。

2002 年 5 月 22 日，第一架 X-45A 在爱德华兹空军基地完成了首次试飞。飞行总共持续了 14 分钟，X-45A 的其飞行速度达每小时 360 公里，飞行高度为 2,280 米。X-45A 的此次飞行不仅标志着美国 UCAV 计划取得了初步的成功，也让波音公司在 JSF 项目失败后获得了一次鼓舞人心的胜利。X-45A 的无尾翼设计借鉴了于 1996 年首飞成功的 X-36 无人试验机的设计，两种机型的机翼外形十分相似，如机翼边缘控制面和偏航向矢量排气喷管等。不过两者还是有很大区别的，如 X-45A 就要比 X-36 大许多，而且后者不具备自动驾驶能力。X-45A 动力为一台霍尼维尔 F124-GA-100 涡扇喷气发动机，其进气口置于飞机的上方。X-45A 机身内部有两个武器弹舱，其中一个携带试验设备，另一个则挂载一枚 450 千克中的 JDAM 炸弹或者 6 枚 113 千克炸弹。X-45A 的试验将在 2004 年达到顶点，届时将演示多机控制、协调飞行、无人机间的通信、途中改变任务、合作瞄准和武器投放。

Bird Of Prey 验证机



2002年10月18日，在波音公司圣路易斯工厂的总部，当大幕徐徐拉开之后，一架外形怪异、神态凶猛的飞机出现在众多来宾的面前。这架由鬼怪工厂秘密设计、研制和试飞的食肉鸟（Bird of Prey）隐身技术验证机，在隐姓埋名十年并完成预期验证任务后，对外公开亮相，引发了航空技术领域一阵不小的轰动。对于这样一个顶级保密项目，美国空军尽管在此之前没有公开透露任何与食肉鸟验证机有关的只言片语，但不知是疏忽还是有意，90年代后期出现的一枚飞行员臂章引发了众多的猜测。在这枚罕见的钻石形臂章上，可以看到凶残的鹰隼和锋利的宝剑，不仅显著标明了BIRD OF PREY的字样，而且突出暗示了剑柄的形状。正当人们逐一对号入座时，美国空军开始感到情况不对，于是将食肉鸟这一名称转给一种名为折刀的验证机，以便达到瞒天过海的目的，而后者至今尚未得到证实。

早在20世纪90年代初，随着军事装备发展预算的日益增加，美国国防部也逐渐感到捉襟见肘。冷战结束后，美国宇航局（NASA）和美国空军极力主张航空航天武器的研制应朝着更快、更好、更便宜的目标发展，因此高性能和低成本成为了新一代军用飞机的发展方向。1992年，麦道公司在了解到新出台的有关军用飞机研制和生产的审查标准后，及时地指示鬼怪工厂开始有关验证项目的研制工作，将高机动性、全面隐身和精益制造作为发展的重点。

作为麦道公司下属的一个著名研究和机构，鬼怪工厂创建于20世纪50年代末，因负责设计研制和组织生产了著名的F-4鬼怪战斗机而得名。直到90年代中期，鬼怪工厂由于过分注重研究一些高度保密的黑计划而长期以来默默无闻，但也为日后的一鸣惊人打下了良好的基础。1996年，鬼怪工厂就公开试飞了一架技术独特的X-36无尾验证机，主要用于研究增强超音速飞机敏捷性的技术，而对于探究全面隐身能力的食肉鸟技术验证机则只字未提。

波音公司兼并了麦道公司后，针对鬼怪工厂在设计、研制和生产方面的先进经验，继续投入资金支持其从事多个项目的研究与发展。据介绍，食肉鸟验证机项目从初步研制、首次飞行到完成试验，整个计划从1992年一直持续到1999年。为了达到计划提出的全部目标，两家公司先后投资6700万美元。由于食肉鸟验证机的高度机密，其试飞过程也极力掩人耳目。在内华达州的内利斯空军基地北部，有一个被称为51号地区的美国空军秘密飞行试验中心，1996年秋天食肉鸟在这里首次试飞成功。此后，在近四年时间里，波音公司与美国空军在这个试验区的格罗姆干湖上空秘密进行食肉鸟的各项试飞，总共完成了38次飞行试验，直到1999年底结束。

X-47 无人验证机



X-47 是诺斯罗普-格鲁门公司研制的一种无人作战飞机，目前其型号有 X-47A 和 X-47B。

A-12 攻击机



A-12 原计划在 90 年代中期替换 A-6 攻击机，号称使用了远比空军 F-117A 更先进的隐身技术，同时有效载荷能力也远大于“夜鹰”。与 A-6E 相比，A-12 的速度更快，航程更远，并且可在内部弹舱内挂载大量武器，以减少阻力并维持低雷达截面外形。与 ATF 一样，A-12 被期望比现有飞机有更高的可靠性（两倍于 A-6E），而同时仅需一半维护工时。

在具体的指标上，除要求有良好的隐身性能外，A-12 还被要求作战半径比 A-6E 大 60%，载弹量高 40%，低空水平增速性能，瞬时盘旋角速度和最大盘旋角速度都要比 A-6E 好。甚至最大盘旋角速度要与 F-18C 相当或更好一些。在对地攻击时以相对于 23 毫米高炮燃爆弹为准的被弹面面积计算，应与 A-10 相当或只有 A-6E 的 1/12，F-18C 的 1/5。

YF-22 战斗机



洛克希德 YF-22 较好地在隐身和机动性之间达到平衡，团队中波音的复合材料经验和通用动力的战斗机经验使得系统技术风险较小，获得入选。

YF-23 战斗机



诺思罗普 YF-23 虽然隐身和超音速巡航性能更好，但技术风险也大，没有入选。

X-32 验证机



波音 X-32 其貌不扬，但在技术上很是精巧，作为最终竞标者之一不是偶然的。

X-35 验证机



洛克希德 X-35 有明显的 F-22 特征，技术上风险较小，符合 JSF 成本控制原则，获得入选。

AGM-158 联合防区外空地导弹



AGM-158 联合防区外空地导弹是美国空军装备的新型空射巡航导弹，主要用于精确打击敌严密设防的指挥与控制系统、通信系统、防空系统、弹道导弹发射架以及舰船等高价值目标。该导弹于 2003 年开始装备美国空军。

AGM-158 联合防区外空地导弹最大射程 320 公里，弹长 4.26 米，弹宽 0.55 米，翼展 2.7 米，弹重 1023 公斤，采用涡轮喷射发动机，可使用爆破杀伤弹和穿甲弹等多种类型的战斗部，采用惯性制导加 GPS 中制导与红外成像末制导，并可进行攻击效果评定。该导弹加装了抗干扰模块，能在对 GPS 干扰的环境下使用，并大量采用隐身技术，具有昼夜全天候作战能力，主要装备 B-52、B-1、B-2、F-16、F-22 等作战飞机。

美国空军除大量装备基本型 AGM-158 联合防区外空地导弹外，还于 2004 年开始研制增程型 AGM-158 导弹和尺寸较小的 AGM-158 导弹。其中，增程型 AGM-158 导弹的射程将增大到 925 公里；尺寸较小的 AGM-158 导弹被称为“微型监视攻击巡航导弹”，设计最大射程在 400 公里左右，F-22 战斗机武器舱内可装载 8 枚。

AGM-158 联合防区外空地导弹是目前最先进的巡航导弹之一，具有精确打击和隐身突防能力，可攻击固定和移动目标，并具有大面积杀伤能力。美国空军计划在未来战争中首先使用该导弹，用于摧毁敌方防空系统和指挥控制系统，然后由轰炸机等作战飞机携带较便宜的“联合直接攻击弹药”实施进一步的打击。

X-45 验证机



波音公司最初建造了两架 X-45A 无人机，这两架无人机目前正在爱德华兹空军基地进行飞行测试，更大型的 X-45C 无人机长达 11.9 米，翼展 14.9 米，计划于 2006 年中期进行首次飞行测试。

为了提高 X-45C 无人作战飞机的可靠性和质量，并降低其制造成本，波音公司吸取了以往无人机生产的教训，在保证该型无人机作战能力的同时，降低制造成本。波音公司 X-45 项目主管表示，X-45C 无人机部件采用了最先进的设计和制造技术。对于 X-45A 和 X-45C 两种型号的无人机，波音公司尽最大可能降低成本，并使用了激光跟踪装置以提高装配效率。

X-45 项目是由美国国防部国防高级研究计划局、美空军、美海军及波音公司共同开发的，以验证其无人机网络化系统的技术可行性、军事效用性和作战能力。该无人作战飞机在美军中执行的任务包括压制敌军防空力量，纵深打击、电子攻击以及情报、侦察和监视任务。

X-45C 无人作战飞机的巡航速度可达 0.85 马赫，有效载荷达到 2040 千克，飞行高度可达 12192 米，作战半径达到 1300 海里。

X-47 验证机



舰载 X-47C 长航程无人机

RAH-66 武装直升机



RAH-66 隐身武装直升机

P-175 隐身无人机



P-175 隐身无人机

捕食者-c 隐身无人机



捕食者-c 隐身无人机

RQ-170 隐身无人机



RQ-170 隐身无人机

(吴锤红 供稿)

俄美两国五代战机外形对比



T-50 与 F-22 俯视对比



T-50 与 F-22 机腹角度对比



T-50 与 F-22 斜前视对比



T-50 与 F-22 侧后视对比



T-50 与 F-22 前视对比



T-50 与 F-22 侧后视对比



俄罗斯五代机和美国 YF-23 战斗机对比图



俄罗斯五代机和美国 YF-23 战斗机对比图



俄罗斯五代机和美国 YF-23 战斗机对比图



俄罗斯五代机和美国 YF-23 战斗机对比图



俄罗斯五代机和美国 YF-23 战斗机对比图



T-50 与苏-27 机腹角度对比，注意发动机舱外形。



T-50 与米格 I.44 侧视对比

(吴锤红 供稿)

陈虎点兵：四代机时代真的会到来吗？



苏霍伊公司公开的第五代战机试飞图

编者的话：2010年1月29日，俄罗斯新型战机T-50首次起飞试航，取得成功。据悉，这一新型歼击机将于2015年装备俄罗斯部队。

俄罗斯的新型战机究竟是什么样的？T-50能否与F-22对抗？四代机时代真的到来了吗？本周《陈虎点兵》与您一起关注这型“千呼万唤始出来”的俄罗斯新型战机。

据俄罗斯方面称，T-50是用来与美国的F-22“猛禽”战斗机对抗的，大家普遍认为T-50和F-22一样是典型的第四代战机。当然，关于战斗机的分代目前还有争议，按照国际上的惯例，我们称它为四代战机。不管怎样，俄罗斯刚刚试飞的T-50是继美国的F-22、F-35之后，世界上出现的第三种四代机，也是F-22之后第一个首飞的四代机。

四代飞机到底是怎样的一型飞机？它的性能如何？它的出现会对世界空战格局产生什么影响？

T-50 总体性能在 F-35 之上

目前，俄罗斯方面公布的相关信息很有限，照片也只有一张。从外形来看，T-50与F-22颇有几分相似。从另一个角度来讲，相似的外形也意味着T-50的性能与F-22有着相似或相近之处。

从目前的信息我们可以分析得知：

首先，T-50具备很好的隐身性能；其次，它具有超音速巡航能力，其超音速巡航能力甚至在F-22之上；另外，俄罗斯方面也透露，T-50的作战半径很大。

这些信息我们可以做一个基本判断：T-50的作战对象相当明确，那就是美国的四代机F-22和F-35。

既然作战对象的指向相当明确，那么，T-50的性能指标肯定也就是以F-22和F-35为目标的。

从这些情况看来，我个人认为，T-50的总体性能应该是在F-35之上。至于和F-22相比孰优孰劣，目前还不能轻易下结论。

尽管目前有关T-50的信息较少，还不能详尽地与F-22和F-35进行比对，但我们已经可以对其产生的一系列影响进行分析了。

四代机时代可能即将到来

大家可能会有疑问：F-22和F-35早已出现，难道四代机的时代还没有到来吗？

我认为，不管是F-22还是F-35都出自美国，仅仅一个国家研制和装备了四代战机，恐怕还不能称为世界范围内的四代机时代已经到来了。

现在，不光是美国，俄罗斯也将自己的四代机推向了前台。也就是说，不久之后，俄罗斯也将装备四代机。并且，T-50是俄罗斯与印度联合研制的，也就是说，在俄罗斯装备T-50之后，印度也将会装备，甚至有可能在俄罗斯之前装备这型飞机。

也就是说，除了美国之外，俄罗斯、印度也会有四代机。另外，美国的F-35还要出口，这就意味着更多的国家可能拥有并掌握了四代机的技术。

以这些为标志，四代机的时代很可能即将到来。

四代机时代会在什么时候到来？我们也可以做一个大致的推测。

目前，俄罗斯的T-50刚刚完成首飞，从首飞到装备部队，再到形成战斗力还要有一个过程。这个过程会有多长？我们可以比照一下俄罗斯三代机米-29和苏-27。

米-29于1977年完成首飞，1983年交付部队服役，1985年形成战斗力，从首飞到形成战斗力经历了8年时间。1981年，苏-27首飞，1985年交付部队，1986年形成战斗力，从首飞到形成战斗力用了5年时间。

从以上数据我们可以看到，俄罗斯的三代战机从首飞到形成战斗力大约需要5到8年的时间。以俄罗斯现有的国家综合实力和四代机的技术难度来看，其四代机从首飞到形成战斗力的时间间隔不会比三代机更短。也就是说，俄罗斯的T-50目前刚刚完成首飞，到形成战斗力还需要8年左右的时间，应该是在2018年之后。

世界空战力量的分布发生变化

T-50的出现意味着除了美国之外，世界上又有一个国家掌握了四代机的技术。从目前的公开报道来看，还有更多的国家正在研制四代机。比如日本就研制了“心神”四代战机。

与三代机时代相比，四代机时代的世界空战力量分布会有怎样的变化？

三代机时代，第一个拥有三代机的是美国，之后是俄罗斯，再之后是欧洲的法国、瑞典等。当然，中国在后来也拥有了三代机，印度也推出了自己的LCA轻型战斗机，但要比美国、俄罗斯和欧洲晚得多。也就是说，在三代机时代，真正掌握三代机技术并在第一时间拥有三代机的只有美国、俄罗斯和欧洲。

到了四代机时代，力量结构就发生了很微妙的变化。第一个拥有四代机的仍然是美国。在它之后，公开亮相的是俄罗斯。但是，欧洲至今还没有四代机的研制项目，反而是印度、日本、中国据报道称有四代机的研制项目。

由此可见，对新型战机技术掌握的地域分布发生了微妙的变化。

另外，从掌握四代机的技术差距来看，也出现了变化。在三代机时代，美国第一型三代机F-15于1974年11月交付部队，1978年，F-16交付部队。俄罗斯的米-29于1983年服

役，苏-27 在 1985 年交付部队。通过这个对比我们可以看出，在三代机的技术掌握上，俄罗斯与美国相差了不到 10 年的时间。

而在四代机方面，美国的 F-22 是 1990 年首次试飞，俄罗斯的 T-50 刚刚首飞，这个时间差距从三代机的 10 年拉大到 20 年。由此也可以看到，不同国家和地区在新型战机技术的掌握时间上出现了微妙的变化。

因此，进入四代机时代后，世界空战力量的分布与三代机时代相比将会发生巨大的变化：欧洲见不到四代机，亚洲却将要出现；美国的三代机技术领先 10 年，而四代机技术却领先了 20 年。

四代机时代真的会到来吗？

我们刚刚分析过四代机时代可能会到来，为什么还会提出这个疑问呢？

因为，四代机的发展处于一个很微妙的状态。

首先，美国最先进的四代机 F-22 已经停产，也就是说，四代机发展到现在从技术上来讲已经不再继续发展了，真正继续生产的是低了一个档次的 F-35，并且很大程度上会投入市场。

另外，三代机时代的一个“大家”——欧洲目前还没有四代机的研制计划。这是由于资金、需求的制约，还是欧洲对未来空战技术的分析有别的想法？

我们看到，目前美国也在投入很大的力量发展一些新概念空战武器，最典型的就是无人机。有人说，未来无人战斗机将会形成新一代的空战力量，有人称之为五代机或六代机。不管怎样，这将是 F-22 之后的下一代空战力量。同时，欧洲在这方面的投入也很大，在英国、法国的航展上，它们也都拿出了自己无人机的研制方向与成果。

未来会不会出现四代机昙花一现、在一个时期内没有形成主流而迅速进入到下一代空战力量的现象？这应该是需要我们关注的问题，特别是那些正在集中力量发展四代机的国家都应该关注和研究这个问题。

（吴锤红 供稿）

猛禽斯基—浅析俄罗斯第四代战机 T-50



在等待多年后，迷雾中的俄罗斯第四代战斗机（俄国内称第五代）T-50终于首飞成功。这款凝聚了俄罗斯新时期航空技术精华的战机，采用了不同于俄国内战机的新颖外形和布局，未来发展目标也直指早在20年前就已开始试飞的F-22。

★ 艰难的起飞



1月29日，俄罗斯第五代战斗机PAF-FA/T-50，在经过多次延迟后，首次成功试飞。这是俄罗斯航空工业在新世纪取得最重大的突破，也让俄罗斯成为美国之后第二个能够研制第四代战斗机的国家。

T-50试飞并未配备专用发动机和雷达航电系统。

从俄罗斯的报道来看，试飞应该是T-50的原型机，配备的应该是117S涡扇发动机（也就是所谓的4++代发动机），也没有雷达和航电系统。这也是国际通用的做法，即先用成熟发动机来验证飞机的气动和操纵性能，待飞机成熟后再装备新的发动机及航电、武器系统，用于飞机全状态试飞。

★ 曾经的四代机项目MFI(多用途前线战斗机)



米格 I.42MF1 可以视为隐身向机动妥协的产物。

布局的概念性方案，即利用鸭式布局的大升力加上自适应机翼来确保未来战斗机拥有较好的超/亚音性能和大迎角机动性能，特别是要求能够在 90 度或者更大的迎角保持飞行的稳定和可操纵性。

1985 年，米高扬设计局战胜苏霍伊设计局，获得第五代战斗机的研制任务。1988 年—1988 年，米高扬设计局根据 TSAGI 的方案进行了细化设计，这就是 MFI（多用途前线战斗机）项目，飞机编号为 I.42。同年，前苏联空军批准新型歼击机的技术、战术指标，1989 年，米高扬设计局发出 I.42 的全套生产图纸。



MFI 需要在完善的空情信息支援下才能对抗 F-22。

同样受到延迟的还有配套的 AL-41 涡扇发动机，根据原计划，AL-41 的单台加力推力高达 196 千牛。到 90 年代，该发动机的原型机已经在图-16 改装的空中飞行实验室进行了基本科目的飞行测试，同时还在米格-25PD 改装的飞行平台上进行超音速条件下的测试。但由

MFI（多用途前线战斗机）计划

实际上，前苏联第四代战斗机（前苏联称之为第五代战斗机，为了避免混乱，下文统一采用第四代战斗机）研发项目启动时间很早，早在 1979 年前苏联就启动了 I-90 计划（90 年代战斗机）。

前苏联空军对于第五代战斗机的性能要求重点排序分别是：1、超音速巡航；2、机动性能；3、隐身。为此俄罗斯中央航空动力流体研究院（TSAGI）提出鸭式

I.42 的天折

但是，前苏联在 1991 年解体，以及俄罗斯经济的严重滑坡，影响了计划的实施，以至于到 1994 年才完成 2 架 I.42 原型机的制造，并在当年的 12 月完成了地面滑跑试验。到了 1995 年，由于俄罗斯经济形势进一步恶化，I.42 多用途前线战斗机的研制陷入停滞不前的境地。

于经费不足等原因，AL-41在20年后的今天仍未能投入使用。



米格 I.42 生不逢时，只有进博物馆的命。

另外海外媒体曾经报道过，时任中央军委副主席的刘华清上将在访问俄罗斯的时候，俄方曾经向其展示过 I.42。但从中国空军和航空工业对 I.42 试飞的评价来看，似乎对该机有一种见面不如闻名的感觉，实际上在较长时期内中国依然把美国 F-22 视为“唯一”的第四代战斗机。

尽管米高扬设计局设法争取到部分经费，并在1998年向国家高层进行展示以争取经费，MFI还在2000年进行两次试飞成功，但方案最终还是遭到俄罗斯空军放弃。期间，米高扬设计局曾经要把MFI在97年莫斯科航展上展出，以吸引国外资金联合研制，但被军方阻止。

★ PAF-FA(未来前线歼击机)项目登场



苏霍伊顶替米高扬

MFI项目的放弃，让俄罗斯空军及航空工业与美国甚至欧洲的差距被迅速拉大。是进入新世纪，美国的F-22、F-35和欧洲的EF-2000、阵风等战斗机陆续成熟，投入实用。特别是F-35将很快的装备北约盟国，让俄罗斯直接面临隐身战斗机的挑战。

S-37前掠翼惊世骇俗，但依然没有成为第四代战斗机。

而俄罗斯空军的主力装备仍旧是第三代战斗机苏27，以该机的飞行性能及航电、武器系统，应

付EF-2000等战斗机尚且勉强，更别说隐身能力好的F-22和F-35战斗机了。为此俄罗斯在本世纪初重新启动新型战斗机的研制，即PAF-FA（未来前线歼击机）项目，飞机编号为T-50。这次获胜的是苏霍伊设计局，加上苏-27系列在出口市场收获的丰厚利润，从而确定新世纪苏霍伊设计局在俄罗斯航空工业中的龙头地位。



早前的T-50组装照。2006年时T-50研制工作已大部分完成。

2006左右传出俄罗斯希望与中国联合研制第四代战斗机的消息，但是中国并没有加入PAF-FA项目。其中一个原因，从2002年苏霍伊获胜来推测，到2006年苏局应该已经完成大部分研制工作，邀请中国参加无非想分担研制费用而已，这种纯粹出钱的角色显然中国不愿意担任的。



印度自身航空工业至今连LCA的问题都还没有完全解决。率的说一句；即使俄罗斯愿意转让技术，印度能不能消化都是问题。

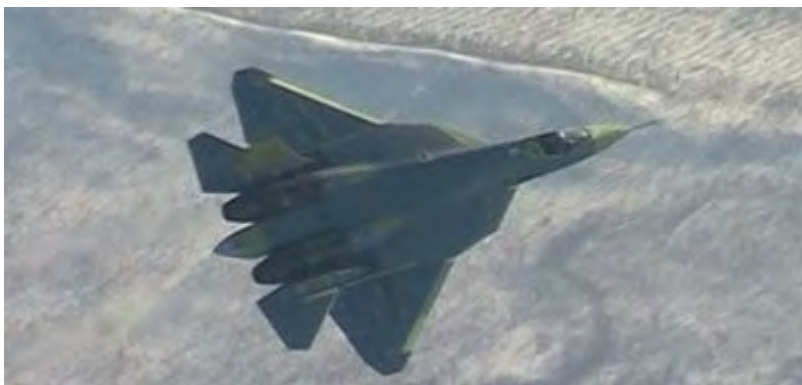
2008年俄罗斯空军宣布将在2009年进行T-50的首次试飞，2015年投放生产。2009年俄罗斯完成了T-50战斗机的制造，并在年底进行了地面滑距试验。2010年1月29日，T-50进行了首次试飞。

俄罗斯的合作伙伴—中国？印度？

尽管，俄罗斯经济在本世纪初有所起色，但是研制第四代战斗机需要的经费在百亿美元左右，这已经超出俄罗斯自身的经济承受能力。实际上，连美国都感觉新型战斗机研制费用过高，从而为JSF项目引入了研制伙伴，JSF投入的研制费用超过了40亿美元。

到2007年，俄罗斯最终与印度达成联合研制第五代战斗机协议。这个时候，估计PAF-FA项目已经处于冻结技术状态，开始加工零件了。实际上印度本身也没有多少技术实力参与这个项目的研制当中，从目前获得来看，印度仅担负了一些机载设备的研制工作。至于分享技术，笔者非常坦

★ T-50的隐身能力仍不如F-22



T-50 受 F-22 的影响是显然的，和苏-27 的渊源更是清晰可见。

中将隐身放在了更为重要的位置，否则不会把原来的设计全面推翻。T-50 采用了与 F-22 同样的菱形翼，这是因为就目前的技术水平而言，菱形翼是平衡隐身、机动、航程等方面要求的较好方案，所以 F-23、F-35 采用的都是菱形翼。



T-50 的机尾仍旧保留了大尾锥,主要是为了减阻。

尾翼向外倾斜，避免侧向发生镜面反射。T-50 也采用了 S 形进气道和机身弹舱，这些都降低了整机的雷达反射面积。

但是从飞机的尾部来看，T-50 几乎和苏 27 一样，几乎没有经过什么隐身处理。特别是其保留了苏 27 系列的尾锥设计，让该机从后部看起来几乎和苏-27 一模一样。这样做可能是因为战斗机要在机身设弹舱，导致飞机的横截面增大，从而增加了飞机的阻力，采用尾锥可以按面积律来平滑机身，降低飞机的阻力。

所以，T-50 的隐身能力估计仍不及 F-22，但两者应该在同一水平。

从飞机的仰、俯视图来看，T-50 非常象 F-22 “猛禽” 战斗机，因此叫“猛禽斯基” 颇为适合。但从机头和机尾来看还可以隐约看到苏-27 的影子，因此似乎可以把该机视为创新与继承并存的一种战斗机，这也符合俄罗斯目前经济技术实力的选择。

从布局上看，T-50 放弃了 I.42 的鸭式布局，而改为常规边条翼布局。这样的改变，似乎可以看出俄罗斯空军在新的战斗机计划

这次 PAF FA 也采用同样的机翼，表明菱形翼在隐身和机动方面的优势得到了东西方的认可。

另外，T-50 的机翼和尾翼前、后缘平行，使雷达反射信号只向几乎垂直与侧面的方向反射，避开了正前方和正后方。两个垂直

★ T-50具备与F-22相当的机动性能



因为采用了轴对称推力矢量喷口，所以隧道较厚。

另外，T-50 进气道的位置与苏-27 相近，这有助于改善战机的大迎角性能。还有就是，T-50 采用了苏-37/-30MKI 系列的轴对称推力矢量喷口（TVC），但是取消了这两者的鸭翼，也就是放弃了 90 年代俄罗斯战斗机典型的三翼面布局。从技术上讲，TVC 为战斗机提供气动控制面外的一种控制方式，可以提高飞机低速、高攻角范围的机动性能，与气动控制面相配合可以增加飞机的迎角和机头指向能力。



T-50 的可动边条是一个设计创新，起到可控涡升力的作用。

成本，另外也降低了飞控系统编写的难度，特别是各操纵面的偏转控制与协调的问题。

综上所述，T-50 应该具备了与 F-22 同一等级的超音速巡航和机动性能，但 T-50 受到发动机推力不足所困扰，这个在下面会谈到的。

从飞机整体布局来看，T-50 的机身扁平，显然延续了苏-27 的升力体设计。加上机翼面积较大，翼荷较低，因此 T-50 具备较大的升力系数。另外，其机翼前缘后掠角似乎大于 F-22，这显示 T-50 更重视高速飞行，更注重超音速拦截能力。从这一点来说，T-50 似乎更象当年 F-22 的竞争者 YF-23。

因此从整体上说，T-50 放弃鸭翼除了隐身方面的考虑外，另外一个原因可能就是俄罗斯在气动、飞控等方面的进步，能够在常规布局整合进 TVC，进行飞控系统控制律的优化，即可得到较好的机动性能。T-50 避免了采用过多的控制面而造成飞机重量和复杂程度的上升，从而降低飞机的

★ T-50也受发动机问题困扰



T-50 目前仍旧采用 117S 发动机，性能低于 F-22 配备的 F119。

量可能也高于 F119，所以 T-50 在推重比方面可能比 F-22 要差，因此在机动性方面比 F-22 要略差。

总体上看 T-50 似乎延续了苏 27 的设计思想，即通过加大升力来弥补发动机方面的不足，这反映了俄罗斯在航空动力技术方面比美国的不足。按照俄罗斯方面的说法，真正配备 T-50 应该是编号为 129 的涡扇发动机，其性能与 F119 相近，但该发动机还在研制之中。

★ 从四代机看俄罗斯国防思想的改变



大量铆钉使得机体平滑度很成问题，对隐身影响不可忽视。

现在的 T-50 来看，其性能要求可能把隐身放在第一突出的重点来考虑，否则的话也不会把 MFI 项目全面推倒重来。

俄罗斯空军战略环境的改变

与外形布局的进步相比，T-50 的发动机则更接近传统。根据俄罗斯媒体的报道，其早期可能还会采用目前苏-35BM 配备的 117S 涡扇发动机来做为动力。117S 可以看做用原来 AL-41 技术改进的 AL-31F。从目前的指标来看，AL-41 的中间推力是 88 千牛，最大加力推力在 145 千牛级，两个指标都低于美国的 F119 涡扇发动机，后者的指标分别是 98 千牛和 155 千牛。考虑到 117S 的

T-50 将隐身能力放在首位

从 MFI 到 PAF-FA，俄罗斯第四代战斗机项目的设计思想有了全面的变化。前面说过，MFI 的性能要求重点是：1、超音速巡航；2、机动；3、隐身。从设计上看，实际上隐身向前两者做了妥协。尽管 L42 战斗机采用了 S 形进气道、机身弹舱、隐身涂料、加大复合材料比例等一系列技术，但是其隐身能力估计比 F-22 还是有较大的差距，实际上该机似乎只是一种准隐身的战斗机。而从

笔者认为这实际上反映了前苏联/俄罗斯国家战略发生重大变化的结果。在前苏联时代前苏联空军主要负责争夺中欧战场的制空权，以支持地面部队迅速攻击西欧。由于前苏联在此地建立了完善的防空雷达网及指挥控制体系，可以较为全面的实现对空中目标的全面探测，这样通过多基地雷达的联网就可以在 F-22 雷达反射面较大的区域探测到该机，从而引导 I.42 战斗机从这个区域发动攻击。



借助 LINK-16，北约及美国空军已形成体系战力。

I.42 战斗机良好的机动性能保持双方在进入格斗后能够保证较高的胜算，从本质上来讲，其仍旧体现了前苏联传统的截击-空战战术。就例如苏 27，由于航空电子系统无法处理那么多的目标信息，就把目标信息交给外部指挥控制系统处理，然后由其对苏 27 进行目标分配和指示，保证空中编队拥有较高的作战效率。

随着前苏联的解体，由于俄罗斯经济不振，前苏联原有的防空雷达网已经支离破碎，即使是国土防空作战，恐怕也难以组织起较为有效的空情信息保障。反观美国及北约，空中预警与指挥体系日益强大，在这种情况下，别说面对 F-22、F-35，甚至面对 EF-2000，恐怕 I.42 战斗机都没有多大胜算，这也许是俄罗斯要把 MFI 项目推倒重来的主要原因。



后期IRST可能有改动(图中红圈)，但整体变动应不大。

俄罗斯国防战略已转向防御

T-50 战斗机对隐身性能的重视，首先可以确保战机在北约严密的空中战区指挥与控制体系的生存问题；就其机动性能来说，可以与 F-35、EF-2000 和阵风这些飞机相抗衡。但就总体来说，T-50 并没有象 F-22 那样实现隐身、机动性能的兼顾。从 T-50 对隐身性能的重视，也可以看出俄罗斯的国防战略已经立足于与邻国打一场局部战争，而不是象以前那样的美苏全面对抗，毕竟俄罗斯

现在的经济技术实力不但比不上美国，比前苏联也有很大的差距。

同样受限于俄罗斯目前的经济技术实力，未来的 T-50 与现有的飞机将不会有大的变化。

尽管俄罗斯媒体说这只是第四代战斗机的原型机，但实用型估计与该机应该大同小异，顶多一些细节处理可能要更合理一些，如机头的前视红外搜索/跟踪系统（IRST）。T-50 全面改动的可能性不大，甚至象苏 27 原型机 T-10 到 T-10S 那样的大改可能性都不大。

★ 结语

从 MFI 到 PAK-FA，不论前苏联还是俄罗斯都未实现隐身、机动两个方面性能对美国技术的超越。YF-22 在 1990 年就试飞了，近 20 年后 T-50 不仅姗姗来迟，还后来而不能居上。这实际上反映俄罗斯与美国在经济技术实力的差距，也再次证明强大的综合国力是一个国家军事实力全面、持续发展的根本保证。

（吴锤红 供稿）

A-10——关于暴力拆迁的故事



再看？再看我拆了你！

新侨联委员学习笔记，供网易军事频道使用，请勿商业转载。请注意网易优先使用权，发表十天以后方可转帖，xinqiaolianweiyuan@gmail.com 为联系授权邮箱
更多精彩，请看网易军事（war.news.163.com）频道！



核心提示

这是一种出身低微的机型，空军以极低的价格装备了它；这是一种造型丑陋的机型，丑到落下一个“疣猪”的诨名；这是一种功绩显赫的机型，以凶残的暴力拆迁出名；从长期做冷板凳到一朝发达，现在又面临新的挑战，A-10能善终么？

研制背景——脏活累活苦活亡命活得有人干

1947年，美国陆军航空队从陆军中拆伙分家过日子，改名空军。这一来，陆军需要空中支援就得跨军种去找空军要打手。空军对支援陆军这种脏活累活苦活亡命活不感兴趣，忽视了对地支援机种，到越战爆发，才慌里慌张去海军那里要来450架A-1舰载攻击机。



海军支援空军的A-1攻击机，越战优秀的空军苦力

越南战争中，美军A-1发挥了滞空时间长（最长10个小时）、载弹量大、支援及时的优点，但是它毕竟是一种二战飞机，已经老旧，在越共日益增强的高射火力下战损不断升高。同时，苏联在欧洲集结了大量的坦克，苏军的高射火力远高于越共，对地支援成了一种极高风险亡命活，美军希望有一种新攻击机能取代A-1。这种飞机必须：性能全面，能打坦克、打人员、打火力点；滞空时间长，随叫随到；能快速抵达目标上空，用目视方法准确识别目标，避免误击；携弹量大；还要在敌人的反击火网中能够有很好的生存能力；容易维护，出勤率高；价格要便宜，非常便宜。总之，要求苛刻。

研制过程——典型的美式钓鱼项目

1966年9月，A-X计划正式开始，1967年3月对21家公司发出需求与征求专案计划书，要求生产价格为150万美元，1969年改定价为100万美元（太吓人了），1970年重新定价140万美元。压价厉害，结果1970年5月美空军向12家航空企业发出了招标书，只有波音、西斯纳、费尔柴德、通用动力、洛克希德与诺斯罗普这6家企业敢于接标。12月美空军宣布诺斯罗普、费尔柴德2家公司的方案入选，进行原型机设计和竞标考核。1971年，诺斯罗普、费尔柴德的方案分别获得YA-9和YA-10编号，1972年5月，2个方案都首飞成功。



竞争失败的YA-9，苏-25有点像它

1972年10~12月，经过284个飞行小时的全面对比鉴定试飞，认为A-9飞行性能灵活，而A-10载弹量更大，更加坚固，更容易维护。1973年1月美国空军宣布A-10获胜。随即与费尔柴德公司签订了价值1.593亿美元的合同，制造10架预生产型飞机供研究、发展、试验和鉴定使用，其中6架用于发展试验，4架用于鉴定。同时与通用电气公司签订2760万美元的合同，订购32台配套发动机。1975年10月21日A-10生产型试飞。

A-10于1975年开始交付，1984年停产，总共生产了713架，包括6架预生产型，其中有30架N/AWA-10。A-10的研制费共计3.285亿美元，其中机体及设备2.11亿美元，发动机3600万美元，机炮1100万美元。空军花费的研究、发展、试验和鉴定费约为4.23亿美元。A-10在1982年的单价为960万美元。最初标价可只有140万美元啊，越战后物价飞涨，可

也没有涨这么离谱啊？

这涉及到美军的体制问题：军费由国会审批。国会议员多数缺乏航空知识，又什么都“懂”，什么都管，还好压价，有见到军费提案先拦腰砍一刀的习惯。美军和军火商也是习以为常，报批的时候先报个低价，以后再慢慢涨价（美式钓鱼项目）。饶是如此，A-10还是非常便宜的飞机，同期F-16A单价约为2000万美元。

性能特点——便宜货去拼刺刀、浑身是弹、生命力顽强

便宜货 既然是便宜货，自然没有复杂的雷达，哦不，连雷达都没有。不过它有AN/ALR-46和AN/ALR-69雷达告警接收机、AN/APX-101敌我识别器，被雷达锁定以后还是知道要抛干扰弹或者回答“别开枪，自己人”。导航仪器只有CPU-132导航计算机、AN/ASN-141惯性导航系统、AN/ARN-118塔康导航设备等基本的导航设备。直到1999年才安装GPS定位系统。必要时候可选配AN/ALQ-87及AN/ALQ-119电子对抗吊舱。



简陋的 A-10A 型座舱

目视交战 目视交战不等于肉眼识别和交战。坦克等目标有伪装色，肉眼难于识别。A-10有AN/AXQ-13电视监控器（适用“小牛”电视制导反坦克导弹，上图中的那个小小的显示器），AN/AWG-(ACS)武器控制系统，AN/AVQ-29平视显示器。另外可选配AN/AAS-35激光搜索和跟踪系统吊舱（适用激光制导炸弹/导弹）。夜间，飞行员可以佩戴夜视仪。



A-10 发射“小牛”导弹（也翻译作“幼畜”导弹）

浑身是弹 A-10 攻击机机身上有一门 GAU-8/A 七管机炮，理论携带量 1350 发，实际只带 1174 发（据说全带容易出故障）。A-10A 共有 11 个挂架，机身下 3 个，内翼段各 1 个，外翼段各 3 个，最大外挂武器为 7258 千克（苏-25 只有 4400 千克），内部满载油时的最大外挂为 6505 千克。机身中线挂架挂 2268 千克，机身两侧挂架及内翼段挂架每个挂 1587 千克，外翼段靠内的一对挂架每个挂 1134 千克，外翼段外面的两对挂架每个挂 453 千克。A-10 攻击机典型的外挂方案有：28 颗 Mk82 炸弹或 6 颗 Mk84 激光制导炸弹；8 颗 900 千克炸弹；8 颗 BLU-1 或 BLU-27/B 燃烧弹；4 个火箭发射架；20 颗“石眼” II 集束炸弹；16 个 CBU-52/71/38/70 子母弹箱；6 枚 AGM-65 “小牛”反坦克导弹和 2 枚 AIM-9E/J “响尾蛇”空空导弹。除此之外还可根据目标性质和战区环境多样搭配外挂武器。



高挂载是它这种空军苦力的本事

比野猪更强的生命力 攻击机是一种从低空、超低空进入，对被拆迁目标发起强拆的机种，因此被拆迁目标不理解、情绪不稳定、暴力抗拆屡见不鲜。A-10相应采取了多项抗击打措施，是人类历史上最皮厚攻击机：1. 全机进行了系统的生存设计； 2. 蒙皮、框架都

进行了加强； 3. 两个发动机和两个垂尾远远分开，很难同时被命中，发动机远离机身，也造成机身温度低，红外特征小，不是红外导弹的目标； 4. 采用自封闭油箱，减少漏油，还附加了自动灭火器； 5. 座舱玻璃防弹，还安放了一个 545 千克钛合金钢板做的“浴盆”，把驾驶员包裹起来，其中最容易挨打的座舱底安装了一层 50 毫米钛钢板，前后左右钢板厚度 38 毫米，据称能扛住 23 毫米高爆弹直接命中（苏-25 只有 25 毫米厚装甲）； 6. 液压操纵系统有机械备份，液压管路要是漏油失压，飞行员就卖弄体力把它开回去； 7. 实在烂得没有办法操纵，道格拉斯 ACESII 弹射座椅可以在零高度、0~834 千米/小时的速度（最大限制速度）范围内把飞行员安全弹射出去； 8. 飞行员落地以后尽量隐蔽等待救援，美军救援体系完备； 9. 要是倒霉被抓，照课堂上教的，飞行员要强调自己是“和平爱好者，被迫为政府打战，一切责任都归咎罪恶的政客”（看起来 A-10 皮厚包括飞行员脸皮厚）。



两个发动机和两个垂直尾翼都是远远分开的，很难同时命中

作战特点——随叫随到、悄悄进村、蛮干硬上

A-10 一般以双机、四机编队出击。执行近距离支援陆军地面部队作战时，作战半径 463 千米，可在任务区上空徘徊 2 个小时等待地面召唤，作战飞行速度（高度 1500 米，带 6 颗 Mk82 炸弹）高达 713 千米/小时，比较 A-1 等来得快。执行侦察任务是作战半径 750 千米，执行纵深攻击任务时作战半径高达 1000 千米。相比之下，苏-25 执行攻击任务时作战半径只有 300 千米，航时太短也就不可能在战区上空徘徊等地面呼叫支援。A-10 水泡形座舱视

野良好，前方下视界为 20° ，两侧为 40° ，周围为 360° ，良好的下视视野加上优秀的低空操纵性能，因此 A-10 非常擅长 300 米以下低空、超低空隐蔽进入攻击航线。由于飞行高度低，雷达和地面观察哨都难于发现。这时候 A-10 的 30 毫米加特林转管炮高射速优势非常明显，2 秒钟可以发射 135 发，远在 1800~2500 米外就可以开火。高速贫铀脱壳穿甲弹对任何坦克薄弱的顶装甲、发动机舱都是毁灭性的武器。此外还有“小牛”电视制导导弹、MK84 激光制导炸弹可用。如果发现目标“情绪尚未稳定”，A-10 还有一个绝活——最短 7 秒钟就能完成一个急转弯，回过头来再拆一次，看你情绪还敢不稳定？



A-10“疣猪”不笨，最快 7 秒钟可以转回来！

偷袭未必次次都得手。即使得手一次，集团目标中的防空火力就会反应过来了。好在 A-10 皮糙肉厚，必要时可以蛮干硬上。苏式 23 毫米高射炮、中国 37 毫米高射炮缺陷在不能同时对付多个目标。A-10 的双机、四机编队如果多方向进攻，目标的自卫火力要么分散，要么只能顾及一面。

传奇经历——从面临下岗的杂兵到战争英雄

歌颂战斗机飞行员的影片很多。其中最经典的当属《TPO GUN（壮志凌云）》，集合了“英雄帅哥、性感御姐、推倒美女教师”等诸多 A 片元素，影片获得了极大的成功，不单单票房高，更引发了参军当飞行员的热情。

1975 年 A-10 生产，直到 1984 年停产，共生产了 713 架，其配备的飞行员是一个不小的群

体，这帮飞行员干的都是刺刀见红的活儿，应该算是很有勇气的硬汉。然而却不见歌颂影片问世（《变形金刚》中 A-10 仅仅是小配角）。委员很恶意地揣测可能由于是 A-10 飞行员虽然是空军编制，却多数时候干的是支援陆军的活儿，更因为争夺制空权是空军原教旨主义，是主流意识，于是这帮飞行员就成为工作在空军最底层空域、拿最底层待遇的一群杂兵。80 年代末，美国空军按国会指示，举行了一次由 F-16 对地攻击型

（A-16）、A-7F、AV-8B 和 A-10C 参加的竞赛性攻击飞行试验，最后是 F-16 对地攻击型获胜。A-10 一度面临下岗待业。研究来研究去，此事最后不知道怎么不了了之。

A-10 诞生之初，官方给他取了非常好听的名字：“Thunderbolt II（雷电-2）”，名字源自 P-47 功勋“雷电”战斗机。这是一个寄托良好希望和祝福的名字，结果因造型怪异、配置简陋、不受重视，A-10 服役以后被飞行员取了一个“疣猪”的诨名。读者一看疣猪的样子，就知道它是“姥姥不疼，奶奶不爱”的家伙了。



这就是“疣猪”

世上总有无尽的变数，机会来了！1990 年 8 月 2 日，伊拉克突然强占科威特，8 日，萨达姆更宣布“科威特自愿加入伊拉克”。科威特政府跑联合国大呼冤枉。11 月 29 日，安理会通过第 678 号决议。官样文章晦涩难懂，委员给您翻译成大白话就是：“到 1991 年 1 月 15 日，伊拉克还不撤，授权会员国强制拆迁！”联合国拆迁通告发出来后，萨达姆毫不退让，顶风增兵，声称要把钉子户当到底。

1 月 16 日（美国东部时间）上午 10 时 30 分，时任总统乔治·布什提笔在开战命令上写了一个“拆”字……F-117 隐形战斗轰炸机飞起一脚踹门而入，炸了电信、指挥中心，紧接着 F-15 夺取了制空权，F-16 掏了伊军机窝。夺取制空权后是 A-10 放心出去强制拆迁了。历

时 38 天的空袭和 100 小时的地面战斗中，136 架 A-10 和 12 架 OA-10（O 代表观察机型）维修容易，状态良好，出动率达 87.7%，共飞行了 8077 架次。它们主要用于压制敌方的防空火力、攻击地面装甲目标、寻歼“飞毛腿”导弹，并担负战斗搜索与营救、护航、空中巡逻等任务。在近 1000 次近距空中支援作战任务时，一般是由 OA-10 飞机进行指挥，当该机发现、识别伊拉克钉子户后，便引导 A-10 攻击机前来暴力拆迁。A-10 发射了 90% 的 AGM-65 “小牛”导弹（4801 枚）。其拆迁成绩是：消灭 987 辆坦克、926 门火炮、501 辆装甲车辆、1106 辆车辆、拆除 112 处军事建筑、96 座雷达、击落 2 架直升机、弄塌 72 处掩体、砸烂 51 枚飞毛腿导弹、50 门防空高炮、28 处指挥所、11 枚蛙式导弹、9 枚萨姆导弹、打爆 8 辆加油车、10 架作战飞机。其中一个双机编队还偶然遭遇中用机炮打落 2 架直升机。曾有一个双机 A-10 编队在一天中就摧毁了 23 辆伊拉克坦克。（囧，这就是地狱使者啊）

由于干的是亡命活儿，共有 5 架 A-10 被击落，1 架被打成残废，占多国部队固定翼飞机损失总数（38 架）的 15.8%。虽然战损率较战斗机大，但它们的修复成功率很高。有 15 架在执行空中任务时受伤的 A-10 攻击机挣扎着回机场。除 1 架残废外，其余 14 架飞机经过抢修，重返蓝天参加战斗。而且，其中有 10 架负伤的 A-10 是在一天之内被修好的，其生存能力可见一斑（美国国防部统计资料）。



海湾战争中的 A-10 正在准备出击

A-10 在海湾战争中打了一个漂亮战，辉煌的成绩让它获得空军、陆军一致的喝彩。好日子没有多久，10 个月过后，即 12 月 25 日，苏联突然解体，冷战结束，最大的威胁消失了。曾经为抗击红色坦克洪流而准备的 A-10 自己成了被强制拆迁的对象！美国于 1992 年 10 月向土耳其转让了 50 架二手 A-10 “疣猪”，土耳其政府要用它们来南部地区拱库尔德人。

海湾战后，美军多次对伊拉克南北禁飞区进行了轰炸，目标多是雷达站等，执行主力是 F-16，飞到目标上空把炸弹扔了就回家，属于简单任务。A-10 这种蛮干硬上的机型又成为配角，主要任务是掩护救援搜索队捞人——有飞行员被击落，A-10 在搜索救援地域上空徘徊，阻断来抢夺飞行员的敌人。从 1991 年到 2001 年，A-10 最出彩的行动就是 1999 年在科索沃上空出演“拯救大兵”（3 月 27 日救出 F-117 飞行员，5 月 2 日救出 F-16 飞行员）。当然它还是当配角，还是提供掩护，上宣传节目时还是“宋兵甲”、“宋兵乙”之类的群众演员。在南联盟战争中，A-10 非常卖力，只是南联盟部队隐蔽好，制造不少虚假目标，A-10 的战果远远不如海湾战争显著。这 10 年间，苏联解体、俄罗斯休克、伊拉克残废、南联盟投降，空军连续获胜，F-15、F-16 都有很好的表现，A-10 总是跑龙套，于是又有人想要卸磨杀驴，裁撤 A-10 部队。美军高层研究后认为，萨达姆政权还在，伊朗、朝鲜都还有大量的坦克和装甲车，A-10 仍有用武之地。1999 年，A-10 总算安装上了 GPS 定位系统。

尾声——冯唐易老，李广难封

世事总多变。2001 年 9 月 11 日，震惊世界的 911 事件爆发，恐怖主义成为最大、最现实的威胁。仅仅不到一个月，10 月 7 日，美军匆匆忙忙对塔利班和基地组织发动阿富汗战争。塔利班没有空军，F-15、F-16 都得干对地攻击的活儿，明显抢了 A-10 的生意。竞争中，A-10 自身有很大的优势：维护方便、出动频率高、低空超低空飞行性能好、任务区上空滞留时间 2 小时，美空军在阿富汗的战术以特种部队引导对地攻击为主，因此 A-10 维修容易、出勤多、火力凶悍，是一个很好的拆迁队员。此外，A-10 还有一个特别的优势：阿富汗目标多数为人员、火力点，特征小且模糊，敌我交错、界限不明，A-10 最低作战速度只有 320 千米/小时，飞得慢就有比较多的时间用于识别。

经过大约一年的作战，美军发现了 A-10 作为一种冷战产物，适合打大规模装甲目标，在反恐反游击战争中，还嫌不顺手：320 千米/小时的速度还是偏快，有些目标需要很长时间才能识别，A-10 容易一飞而过；50 毫米钛合金装甲能抗 23 毫米高射炮弹，塔利班手中却只有高射机枪，更多时候是拿 AK-47 对空射击，A-10 沉重的装甲很是浪费油料；大规模强制拆迁工作已经结束，剩下的都是零散目标，新来一种武器配置更加简化的机型可以节约费用。由于还是一种模拟机型，没有配备数字化地图/作战系统，识别又难，A-10 容易犯糊涂。

2002 年，美国空军又提出新招标要求，希望寻求一种更加廉价的攻击机，希望它：每小时飞行耗资 1000 美元。武器简单到只要 1~2 个 7.62mm 加特林机枪吊舱，2 枚 227kg 制导

炸弹，2个火箭巢，还要有地狱火导弹。算起来武器比较 A-10 简陋太多。按照这个要求，喷气式发动机首先油耗就不合格，所以参加竞标的是节能环保的涡轮螺旋桨飞机：美国的 OV-10D “野马驹”、巴西的 EMB-314 “超级巨嘴鸟”、AT-6 “德克萨斯人”、M-346 教练/攻击机（只有它是喷气式）、瑞士 PC-6 运输机、AT802U（农药机都来了）这些飞机都有速度慢、好操纵、维修方便、低空性能极佳等明显优点，其背后都有一个上不了台面的好处：武器比较薄弱，对美军威胁小，可以装备经常反水的阿富汗政府军！从 2002 年开始，这一项目拉拉扯扯 8 年，尚未结果。最近还因为有媒体把 OV-10 “北美野马驹”

（Bronco）和 P-51 “北美野马”（Mustang）混淆（也有人说这是两种马），让委员非常吃惊：P-51 是高速战斗机，本身防护薄弱，为什么去低空、超低空充当强拆队员？最后查清，是被英文混淆了。

那边新攻击机招标在进行，这厢 A-10 的改进也忙活。2001 年美军提出 A-10 “精确交战”改进计划，2005 年 A-10C 样机首飞。2007 年 8 月，A-10C 正式服役。它比较 A 型发动机推力增加 30%，增加了数据总线、“狙击手”增强型吊舱（目标辨认能力是 A 型的 3.5 倍），多年的近视眼在出了那么多次误击事件以后总算改进了！美空军高层声称要让它们服役到 2028 年——总服役期限 53 年，堪称寿星飞机。



A-10C 的座舱（维修状态）

从委员的视角来看，美军一直在为下一场战争做准备。阿富汗类型的反恐战争未必能够成为下一场战争的模式，而伊朗、朝鲜一直是美军的关注焦点，两国都还有很大规模的

装甲部队，美军还得继续养着这群“疣猪”，去准备应对可能的战争。A-10这个丑八怪，虽然总无法成为战场主角，但很可能将实现“老兵不死”的神话。

附录：别开枪，我是自己人！

说起战场识别，还真是A-10的大问题。1991年1月29日，A-10误拆美国海军陆战队的一辆LAV-24装甲车，当场毙伤9名。2月，A-10误拆2辆英军的“武士”战车，车上英军9死12伤。2003年3月29日，A-10又误拆英军2辆装甲车，1死4伤。2006年9月4日，2架A-10误拆1个加拿大步兵排，1死30伤。



没事，摔不惨它！它的机轮故意设计不能全部收入，所以机腹迫降时候突出的机轮可以起到保护作用。



有钱人家孩子的大玩具，高档模型飞机价格吓人。

(吴锤红 供稿)

德国空降战车很小很强大



准备卸车

德国 Wiesel 空降战车，该车是波尔舍(Porsche)公司为满足联邦德国空降兵部队的要求

研制的。1982年4~5月间在亚基马(Yakima)发射中心/试验基地对4辆鼬鼠样车进行了试验。1984年联邦德国决定购买312辆鼬鼠车装备空降兵部队。1985年末该车的总需求量上升到343辆。1986年联邦德国陆军在特里尔试验基地(Trier Testing Ground)对改进的4辆样车进行了试验。联邦德国蒂森·亨舍尔(Thyssen henschel)、克虏伯·马克(Krupp Mak)和克劳斯·玛菲(Krauss Maffei)公司3个主要装甲车生产厂家在竞争生产合同,至1988年初仍未确定。



Wiesel 空降战车采用4对负重轮布局



装卸车装卸装置特写



装卸车一次装2辆 Wiesel 空降战车



涂装德军标志的空降战车



涂装 UN 标志空降战车装备 1 门机关炮



涂装 UN 标志



两辆 Wiesel 空降战车相对排列



德军装卸车特写



Wiesel 空降战车准备卸装

(吴锤红 供稿)

中国反导—与世界上最庞大最先进的核武库

163军情观察室
中国最专业的军事评论

中国反导

—与世界上最庞大最先进的核武库

逢周三、五出品 第023期

1月11日，中国宣布成功进行了一次陆基中段反导拦截试验。这条具有重要战略意义的新闻立即一石激起万重浪，引发了海内外的热议。不久在25日，大洋那边的美国权威防务媒体《防务周刊》就刊登了一篇核心思想旨在增加美国核弹头以对付中国威胁的文章。

★ 美国需要增加核弹头应对中国反导系统？



1月11日，中国成功进行了一次陆基中段反导拦截试验，成为世

世界上继美国之后第2个掌握中段反导技术的国家。这条背后军事意义不亚于中国首颗原子弹爆炸的新闻，立刻引起多方关注，特别是从事国防战略研究的专家学者。

1月25日，美国权威防务媒体《防务周刊》的网站刊登了一篇题为《中国的导弹防御挑战》的专家文章，文章认为“中国的反导能力已对美国核武战略构成威胁，中国有足够的经济和技术实力来部署一个导弹防御网，美国有必要增加核弹头，加强进攻能力。”[\[详细\]\[原文链接\]](#)



美 W87 核弹头，美国拥有世界最大的核武库。

笔者看到这篇文章后感到非常惊讶，因为美国拥有最多的核弹头、最先进的洲际导弹、战略轰炸机，美国拥有世界上最庞大最先进的核武库毋庸置疑。而对于导弹防御系统，美国人自己的认识也是主要抵御流氓国家少量导弹的威胁，而非全面核战。按现有的技术水平，任何反导系统都不可能抵御得了大规模的核攻击，更何况是世界上最强大的美国核武库。

更值得注意的是，《中国的导弹防御挑战》一文的作者是布鲁斯·麦克唐纳德（Bruce MacDonald），美国和平研究所（U.S. Institute of Peace）战略安全专家，美国国会战略态势委员会高级主任，他还是位于日内瓦的美国“削减战略武器条约”（START）代表团成员之一。他的身份不仅仅战略安全专家，更是从事着美国战略武器政策制定的政府高级雇员。从美国的政策制定体制来看，《中国的导弹防御挑战》一文的分量并不轻。

★ 世界上最庞大最先进的核武库



作为第一个成功爆炸原子弹，第一个实战使用原子弹的国家，美国在过去几十年的历史中发展了数目庞大，种类众多的核武器装备，包括用于战略威慑的核导弹，核炸弹用核弹头和战术使用的核炮弹，核鱼雷与核地雷等装备。

美国至今仍维持着一支规模庞大的战略核潜艇部队。

随着时间的推移美国不断更新其核装备，保证了美国始终拥有世界上最先进与最庞大的核武库。

美国核力量早期由原子能委员会(AEC)负责，后来转交美国能源部(DOE)，能源部预算在美国国防预算之外。在时刻可能转变为热战的冷战期间，美国开发了大量的核弹头及其运载工具。



因冷战结束，威胁降低而被裁撤的“和平卫士”弹道导弹。

航导弹。

战术核武器

在战略威慑的之外，美国还装备了种类繁多的战术核武器，除了子弹口径太小无法造出核子弹外，战术核武器覆盖了从核地雷，核炮弹/核火箭弹，核防空导弹/核反弹道导弹拦截弹，核空空导弹/核空空火箭弹，核鱼雷，核反潜炸弹/核反潜导弹等几乎所有武器范围。幸运的是，冷战结束了，这些武器再没有丝毫用武之地，平静的推出了历史舞台。



2002年，普京和小布什签署了《战略进攻武器削减条约》。

战略核武器

仅仅是陆基洲际导弹就有宇宙神(Atlas)，泰坦 I/II(Titan)等液体燃料洲际导弹和民兵系列(Minuteman)，和平保卫者(Peacekeeper)和小型化的侏儒(Midgetman)等固体燃料洲际导弹。海基包括从北极星到海神再到三叉戟系列等潜射弹道导弹，从一开始就是用多弹头，很早就配置了分导式多弹头。除了弹道导弹这种高效的投掷方式，美国还装备了规模巨大的战略轰炸机机群，使用从B-29到B-52再到B-2的轰炸机投掷核炸弹与核巡

削减战略核武器条约 (START)

在冷战末期，不堪重负的美苏开始谈判削减核力量，1991年7月31日达成《第一阶段削减战略核武器条约》(START I)，计划7年内分两阶段削减战略核力量，1993年正式开始实施，到2001年结束时，双方原有战略核武库的80%已经化为乌有。2002年，

美俄两国签署了《战略进攻武器削减条约》(SORT)又称《莫斯科条约》，继续削减核武库，条约规定到 2012 年，双方的战略核弹头不能超过 2200 枚，不过退出部署的核弹头可以转入存储状态无需销毁。从 2003 年开始，美国空军部署的陆基洲际导弹从 1600 枚逐步减低，到了 2009 年已经降低到 450 枚，结合海军核力量的削减，提前三年多达到了战略进攻武器削减条约的要求。

现在仍有 5200 枚核弹头

截止 2009 年，美国核力量共有约 5200 枚核弹头，其中作战部署状态为 2700 枚，另有 2500 枚核弹头处于储备状态，储备状态中包括 150 枚备用核弹头可以随时转为作战部署状态。此外还有 4200 枚核弹头已经从核武库清单中移除，处于等待销毁的状态。到 2012 年，美国将继续削减 15% 的核弹头，使核武库中的核弹头总数降低到 4500 枚甚至更少。

★ 独步全球的洲际导弹



安装在在导弹发射井内的美国“民兵 3”洲际导弹。

导弹装备 Mk-12A 型再入载具，具备携带 1~3 枚 W-78 核弹头的能力，对应的配属了 350 枚核弹头，其中大约 50 枚导弹装备了 2 个 W-78 核弹头。另有 200 枚导弹配备了和平保卫者洲际导弹退役后，2006 年转交而来的 Mk-21 再入载具，均只携带 1 枚 W-87 核弹头。现有民兵 3 洲际导弹经历了大规模的改进，对比原有型号可以说是脱胎换骨。



民兵 3 的惯导系统具有很高的制导精度。

目前美国的洲际导弹只有空军陆基部署的 LGM-30G 民兵 3 洲际导弹，核海军战略核潜艇上的 UGM-133A 三叉戟 2 潜射洲际导弹。

LGM-30G 民兵 3 洲际导弹

LGM-30G 民兵 3 洲际导弹总数为 450 枚，分别部署在三个空军基地内，配属 90, 91, 341 三个导弹联队。450 枚导弹中的 250 枚

民兵 3 导弹制导系统更换计划将为民兵 3 换装新的弹载计算机和其他电子设备，不过惯性测量单元保留不变，制导系统更换计划完成后，民兵 3 导弹的制导精度将提高到和平保卫者的水平，CEP 达到 90~120 米，具备摧毁高价值点目标的打击能力。

民兵 3 的推进系统更换计划将把导弹的第一二级发动机旧药柱冲刷洗脱后，换新的绝热层，重新浇筑药柱并更换老旧的电子设备，第三级发动机则重新制造，对民兵 3 导弹的母舱更换了电子设备，这些改进延长了导弹使用寿命，有效提高了导弹的可靠性，使民兵导弹可以可靠服役到 2020 年以后。与此对应，原定 2018 年服役的新洲际导弹在 2006 年的防务评审中推迟到 2030 年以后了。



三叉戟 II D-5 潜射战略导弹已连续 130 次成功发射。

UGM-133A 三叉戟 2 潜射洲际导弹

相比之下海军弹道导弹的核弹头数量要多得多，美国弹道导弹核潜艇部队部署了 14 艘俄亥俄级核潜艇，其中任意时刻总有两艘在检修中，实际可处于巡航状态的核潜艇 12 艘，每艘装备 24 枚三叉戟 2 导弹，总计 288 枚导弹。俄亥俄级核潜艇携带了 1152 枚核弹头，占美国作战部署核弹头的大约 43%。

2007 年美国国家核安全管理局透露，根据一项持续到 2021 年的延寿项目，为了加强对加固目标的打击能力，美国将改进 MK-4 载具和 W-76 核弹头，将其中的 63% 升级到到 MK-4A 和 W76-1 标准。因此目前三叉戟 2 导弹携带了三种不同的再入载具：MK-4 载具携带 10 万吨的 W76 核弹头，MK-4A 载具携带 10 万吨的 W76-1 核弹头，MK-5 载具携带 45.5 万吨的 W88 核弹头。无论是携带哪种再入载具，三叉戟 2 潜射洲际导弹的携带能力都可以超过 10 个。



装配 W76 弹头的三叉戟导弹，三叉戟导弹具有极高的精度。

现有作战部署的三叉戟 2 导弹数量为 288 枚，但是由于第一阶段削减战略核武器条约对核弹头总量的限制，现有的三叉戟 2 导弹都只携带了 4~6 枚核弹头。具体来说，是 1990 年开始使用的 MK-5 载具携带了 384 枚 W88 核弹头，1992 年开始使用的 MK-4 载具携带了 718 枚 W76 核弹头，2008 年开始使用的 MK-4A 载具携带了 50 枚 W76-1 核弹头。

与空军民兵 3 洲际导弹早已停产不同，海军的三叉戟潜射弹道导弹仍在继续生产，2008 年

生产了12枚三叉戟2导弹，2009~2012年间每年生产24枚，这5年就将生产108枚三叉戟2导弹，采购费用达到了150亿美元，换句话说单价高达1.39亿美元。

★ 战略轰炸机和战术核武器



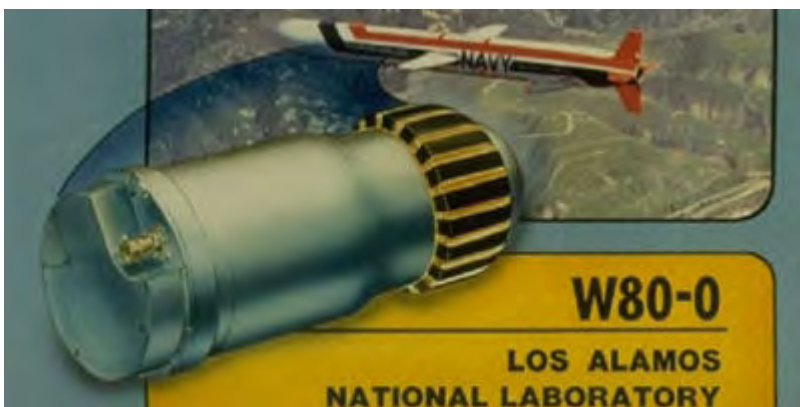
战略轰炸机

美国海军和空军的核弹头数量保持着微妙的平衡，尽管美国空军洲际导弹清单上核弹头仅有海军的一半，但在战略轰炸机机群里，美国空军部署了500枚核弹头，分别包括B-52H携带的空射巡航导弹的W80-1核弹头350枚，外加B-52H与B-2使用的B61-7、B83-1和B-2专用的B61-11钻地核炸弹总计150枚。

美国W80-1热核弹头，只有氢弹才能实现核武小型化。战略轰炸机群包括93架B-52H和20架B-2A可以执行战略打击任务，由于空射巡航导弹和B-2的低可探测性，其实际威胁并不比民兵3导弹小。

战术核武器

在战略核力量之外，尽管冷战期间泛滥的各种战术核武器多数都已经退役，但是美国仍然保留着一支数量庞大的战术核武装，其中包括作战部署状态的500枚核弹头，外加600枚储备状态的核弹头。



作战部署的核弹头包括约100枚潜射核战斧巡航导弹上的W80-0核弹头，还有400枚战术飞机使用的B61-3、B61-4核弹头。尽管只有100枚作战部署状态的W80-0核弹头，但核战斧巡航导弹数量是325枚，不知是否有意，处于储备状态的W80-0核弹头还有200多枚。所有的W80-0核弹头都没有实际部署在核潜艇上，

而是储存在华盛顿州的班戈市和佐治亚州的国王湾的战略武器库中。

分属欧洲5个北约国家的6个空军基地内储备了一半也就是200枚B61-3、B61-4核弹头，

分属欧洲5个北约国家的6个空军基地内储备了一半也就是200枚B61-3、B61-4核弹头，

美国本土的战术重力核弹部署在北卡罗莱纳州 Seymour Johnson 空军基地，驻守在这里的第四飞行联队有在海外冲突中进行核打击支援的任务，其他的储备状态的战术炸弹被存储在內华达的内利斯空军基地和新墨西哥州的柯特兰空军基地。

★ 美国维持核武库的窘境



美国核力量的强大之下，其实也有着难言的隐患。冷战结束军费下调军备削减，美国核力量面临刀枪入库马放南山的窘境。新的核弹头与弹道导弹迟迟得不到开发姑且不论，在原有核技术水平的保持上都出现了问题，去年甚至出现忘记 W76 核弹头 fogbank(一种代号为“雾堤”的特殊材料)制造工艺的新闻。

美国正在为 W76 弹头更换新的中子发生器达到延寿的效果。

此外，热核弹头小型化的关键是气体助爆装置，但它使用的氘氚混合气体中的氚会衰变为氦，半衰期约 12.5 年，而美国自 1988 年后停止了大规模的氚生产，18 年后才重启。这期间，美国不得不拆除旧氢弹，回收混杂在氦气体中的氚以保持核力量的战斗力，可以毫不夸张的说，18 年停产氚对美国核力量的削弱，毫不亚于第一阶段削减战略核武器条约。

表 美国核武装清单

类型	数量	载具	核弹头	核弹头数(枚)
>陆基洲际导弹				
民兵 III	250	MK-12A	1~3 个 W78 核弹头	350
民兵 III	200	MK-21	1 个 W87 核弹头	200
总计	450			550
潜射洲际导弹				
三叉戟 II		MK-4	4~6 个 W76 核弹头	718
三叉戟 II		MK-4A	4~6 个 W76-1 核弹头	50
三叉戟 II		MK-5	4~6 个 W88 核弹头	384
总计	288			1152

战略轰炸机				
B-52H	93	ALCM	W80-1 核弹头	350
B-2A	20		B61-7/11, B83-1 核弹头	150
总计	113		3~6 具 MIRV	500
战术核武器				
核战斧	325	SLCM	W80-0 核弹头	100
战术飞机			B61-3/4 核弹头	400
总计				500
全面统计				2702

注释：MK-12A, MK-21, MK-4/4A, MK-5 为弹道导弹再入大气层载具类型(RV); ALCM, SLCM 分别表示空射巡航导弹和潜射巡航导弹。

★ 结语

即使经历一些波折，在雄厚的核技术实力与庞大的核弹头储备支持下，美国的核力量，在世界上仍然是最先进与最强大的，尤其是他海陆空三位一体的投掷工具更是傲视天下。

中国的反导系统，现在或可预见的将来都不会对美国核打击能力造成削弱效应。按现有的技术手段，反导系统只能应付少量导弹，其本质是大国针对小国构建的不对称战略能力。麦克唐纳德的文章不仅违背了基本的军事技术概念，他的提议也与奥巴马的“无核世界”设想背道而驰。

但或许与对台军售背后的故事一样，麦克唐纳德不过是一名“掮客”。我们更应该看到隐藏在新闻评述文章背后，但影响着美国对外政策的“铁三角”——五角大楼、军工集团和军工地区的国会议员。

(吴锤红 供稿)

致命“鱼叉”：AGM-84 反舰导弹

“鱼叉”系列反舰导弹投产 30 多年来，已经发生了巨大的改变，最新型号与初代相比可以说只剩下编号还一样了，性能早已今非昔比。



对岸的 AGM-84A-1C “鱼叉”

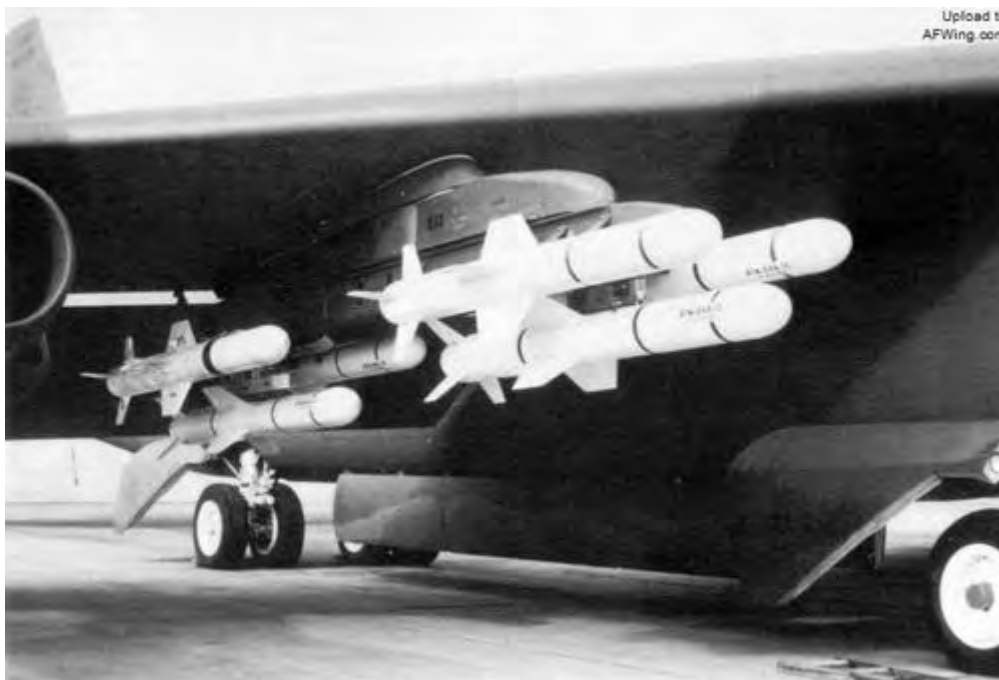
“鱼叉”反舰导弹是美国在二十世纪七十年代研发的全天候亚音速反舰导弹，目前仍然是多国海军的主战武器。“鱼叉”导弹是麦克唐纳·道格拉斯公司（现为“波音公司”）20世纪70年代为美国海军研制的反舰导弹，主要攻击目标包括航空母舰、驱逐舰、导弹快艇和商船等大、中、小型水面目标。1967年埃及海军用“冥河”导弹击沉了以色列“艾拉特”号驱逐舰，在此次事件的影响下，美国海军开始重视导弹在现代海战中的重要作用，“鱼叉”导弹应运而生。因发射方式不同，“鱼叉”导弹分为舰射型（RGM）、空射型（AGM）、潜射型（UGM）和岸射型。“鱼叉”舰对舰型（RGM-84）于1977年开始装备，空对舰型（AGM-84）于1978年开始装备，潜对舰型（UGM-84）于1981年开始装备，20世纪90年代，为了争夺国际市场，又发展了岸舰型“鱼叉”导弹。至此，“鱼叉”导弹成为能从舰艇、飞机、潜艇和岸基多种平台发射的全系列全方位的反舰导弹族。到20世纪90年代后期，“鱼叉”系列反舰导弹共生产了7217枚，包括试验用弹和回厂重新改装的导弹。各型“鱼叉”导弹的订购总数已超过5500枚，其中潜射“鱼叉”导弹1354枚，是各型中生产数量最少的。美国海军装备3836枚，其余的出售到20多个国家，每枚售价约100万美元，是世界上生产数量最多、创造效益最高、技术水平居领先地位的反舰导弹。



1967年埃及海军用“冥河”导弹击沉了以色列“艾拉特”号驱逐舰向世界展示了反舰导弹的潜力



UGM-84 潜射型“鱼叉”出水的瞬间



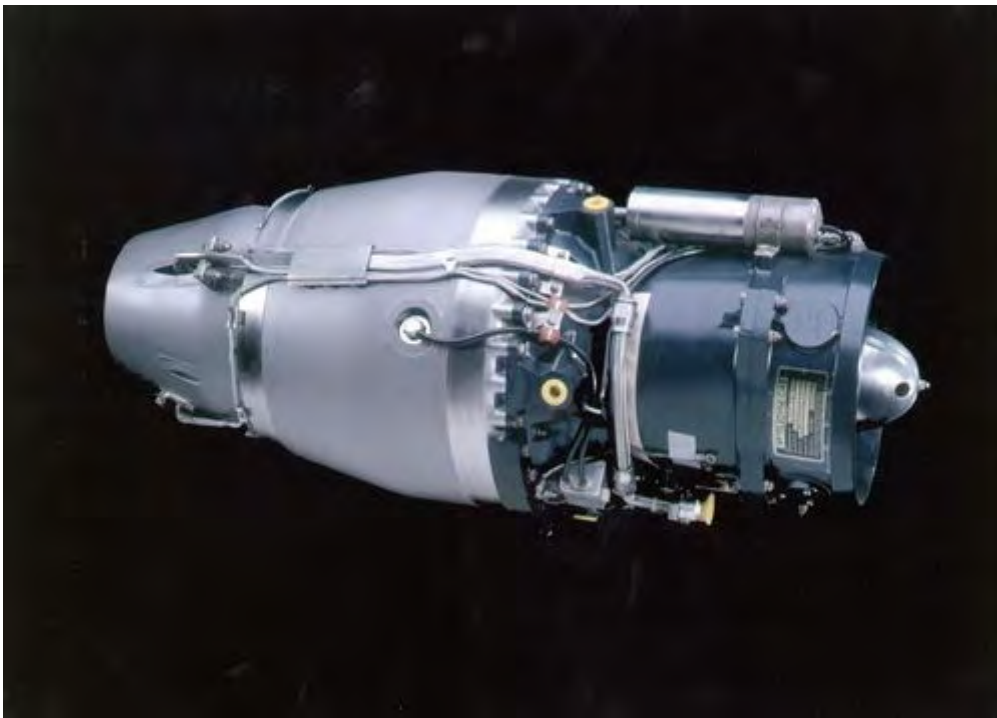
B-52G 身上能够携带海量的“鱼叉”

导弹设计完成后，技术鉴定试验非常成功，发射 36 枚有 31 枚成功。作战鉴定试验包括从飞机、水面舰艇和潜艇上发射，共发射了 24 枚，19 枚成功。在“鱼叉”导弹面世的 20 多年时间内，共发射了 200 多枚，成功率高达 95%。在历次战争中，“鱼叉”导弹有着不俗的表现。“鱼叉”导弹第一次使用是在两伊战争期间，美军用该导弹在波斯湾攻击伊朗海军舰艇。最初用 4 枚 RGM-84（2 枚是从“温赖特”号巡洋舰上发射的，另外 2 枚是从“辛普森”号驱逐舰上发射的）击毁一艘伊朗快艇。另外，一艘伊朗的“萨汉德”号护卫舰被从航空母舰上起飞的 A-6 飞机发射的 AGM-84 击中。1986 年 3 月 23 日和 25 日，在美国对利比亚的战争中，在锡德拉湾美军用 5 枚“鱼叉”导弹击沉利比亚 3 艘巡逻艇和 1 艘苏制纳奴契卡级轻型护卫舰。在 1991 年初的海湾战争中，沙特阿拉伯海军在波斯湾发射 1 枚“鱼叉”导弹击毁 1 艘伊拉克的布雷艇。

“短小精悍”的进攻性武器



“鱼叉” AGM-84 是美军目前主要的反舰武器之一，其动力装置为一台涡喷发动机，因而它的射程较远，可达 120 千米。该弹长 3.84 米，弹径 0.344 米，发射重量为 522 千克。制导方式采用中段惯性制导和末段主动雷达制导，弹头处装有一台抗干扰性能较好的宽频带频率捷变主动雷达导引头。“鱼叉”导弹发射前，由载机上的探测系统提供目标数据，然后输入导弹的计算机内。导弹发射后，迅速下降至 60 米左右的巡航高度，以 0.75 马赫数的速度飞行。“鱼叉”导弹主要用于攻击出水潜艇、驱逐舰、大型战舰、巡逻艇、导弹快艇的商船等水上目标。由于其具有多用性、通用性和可靠性，各种飞机、舰艇上的发射架及鱼雷发射管都可发射。



“鱼叉”的动力来源是一具 CAE J402-CA-400 涡喷发动机

“鱼叉”导弹之所以在反舰导弹市场竞争中保持经久不衰的霸主地位，是因具有一系列的性能优势。首先，它实现了一弹多用，可从多种平台上发射，既能用作空对舰和舰对舰，又能用作潜对舰或岸对舰导弹。第二，该弹适应性好，可从多种已有发射架上发射，如“阿斯洛克”反潜导弹发射架、“小猎犬”和“鞑靼人”舰对空导弹发射架、四联箱式发射架、MK-41 垂直发射系统、标准鱼雷发射管、MAU-9A/和 Aero-65A1 飞机发射架等上进行发射。第三，该弹具有潜隐式进气口，进气口潜隐在弹体内，适于潜艇标准鱼雷管发射。第四，潜射时采用无动力运载器，水下发射运行无声音，攻击时有很好的隐蔽性。第五，抗干扰能力强，由于采用频率捷变主动雷达末制导，导弹有很强的抗干扰能力，目前正在改用成像导引头，进一步提高抗干扰能力。

在升级换代中不断前进



美国海军中最常见的“鱼叉”发射方式——四联装发射筒

“鱼叉”导弹研制成功后，为了适应新的作战需求和提高战术技术性能，在原型技术方案的基础上不断被改进。“鱼叉”各型导弹的系列代号有RGM/AGM/UGM-84 A、B、C… Block 1 (A) 至1G等。其中A、B、C表示改进的序号，Block 1 (A)、1B、1C…表示采用不同种制导程序。在A、B、C…后面再加-1、-2…表示从不同发射装置上发射的导弹。如1表示从“阿斯洛克”反潜导弹发射架上发射；2表示从“鞑靼人”航空导弹发射架上发射；3表示装备较小的舰艇，从MK140型发射架上发射；C-4表示从英国制的发射箱发射；5装在较大军舰上，从MK141型发射架上发射。



近景处是一枚 AGM-84H-1 SLAM-ER 增程型对地攻击导弹

最初的“鱼叉”Block 1A (AGM/RGM/UGM-84A) 导弹在攻击目标时先跃升后俯冲攻击。Block 1B 导弹攻击目标时，无跃升程序，而是一直以掠海高度沿直线飞向目标。Block 1C 和 Block 1G 导弹除跃升俯冲攻击外，还可选用掠海攻击弹道。它们采用了中制导程序，设置了航向点，导弹发射后飞到航向点时按预编程序转弯再对着目标飞行。这也称为间接发射，可避免暴露发射平台的位置，避开次要目标以攻击主要目标。“鱼叉”Block 1D 导弹（曾被称为“鱼叉”Block II）提高了导弹在强电子干扰环境中作战的有效性，以及导弹的命中率和杀伤力，使导弹的服役期延长到 21 世纪。目前“鱼叉”Block 1D 导弹只有舰舰型，编号为 RGM-84F。“鱼叉”Block 1G 导弹增强了抗电子干扰能力，改进了制导系统的软件。SLAM 是在“鱼叉”导弹基础上改型发展的一种对地攻击导弹，编号 AGM-84E。目前在该导弹的基础上又发展了 SLAM-ER 导弹，编号为 AGM-84H。



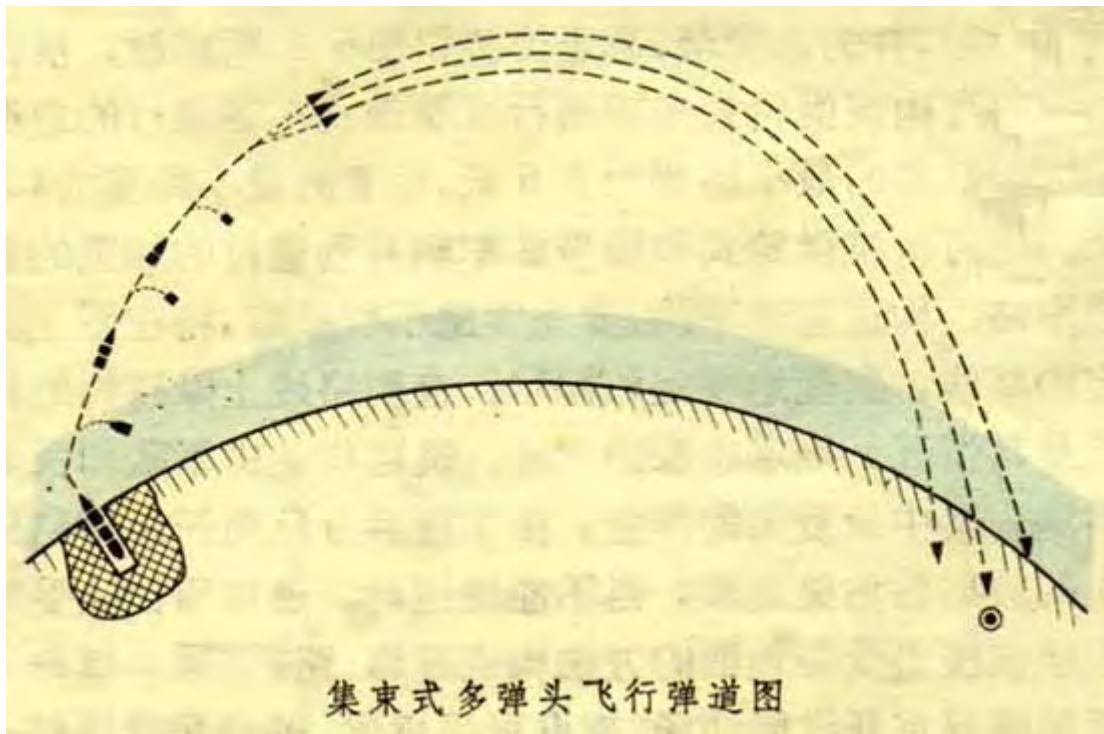
相比于早期的同系列产品，AGM-84L 更加突出了在复杂电子干扰环境中作战的有效性，提高了导弹的命中率和杀伤力，射程也增至 280 千米。AGM-84L 设计之初主要是作为卫星制导的反舰导弹，其外观与“鱼叉”先前的型号区别不大，但加装了 GPS/INS 制导组件，飞行路径更加灵活，可以根据地理信息区分舰艇和近岸目标，从而具备攻击敌方在港舰只的能力。AGM-84L 仍保留了末端主动雷达制导，与 GPS/INS 形成复合制导模式，可以打击陆上目标，已经不是纯粹的反舰导弹。

(吴锤红 供稿)

MIRV 技术漫谈

一、研制背景

新式武器研制的决策和指导思想来源于对威胁的分析。50年代后期，苏联导弹技术突飞猛进，打破了美国在远程轰炸机上对苏联的垄断性核优势，促使美国也大力发展导弹技术以巩固自己的核打击力量优势地位。为了尽快提高第一次核打击的能力和节省装备费用(主要是运载器和地下井的费用)，美国人首先提出了多弹头 (Multiple Reentry Vehicle, MRV) 技术，在一枚导弹上装载尽可能多的核弹头。这一思路和装备大型远程轰炸机以求一次轰炸尽量多携弹是一样。不同的是，导弹要比轰炸机难拦截的多，最开始导弹几乎就是不可拦截的。

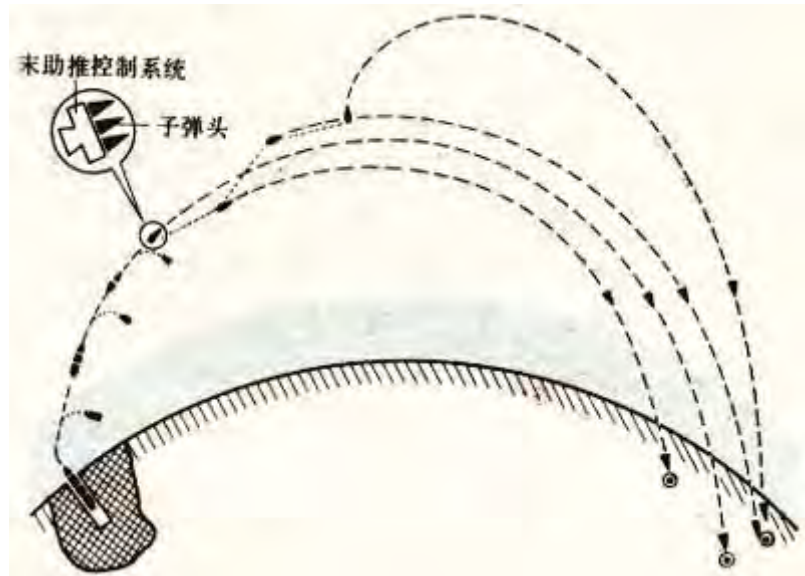


有矛就有盾，1958年苏联开始研制A-35反弹道导弹系统（西方称为ABM-1“橡皮套鞋”），采用百万吨级核反导战斗部摧毁来袭的敌核弹头，有效杀伤半径为6~8km。在苏联的核反导系统面前，弹道几乎一样的美国集束式MRV一旦被击中几乎无一幸免。



苏联的 A-350 核反导弹

在突破反导的战术要求和已取得技术突破（核弹头小型化和空间飞行器姿控技术）的背景下，美国于1962年提出了分导式多弹头（Multiple independently reentry vehicle, MIRV）的概念。与MRV不同，MIRV的多个弹头飞行弹道不同，可打击横向和纵向范围内几十到上百公里的多个目标。一枚反导弹只能最多摧毁一个子弹头，这样反导弹与进攻导弹的交换比将大大下降，反导系统的效能大大降低。此外，随着制导、再入飞行器技术和核武器小型化的发展，子弹头的命中精度也达到了可以摧毁硬目标（如导弹发射井）的要求，装备MIRV的洲际导弹成为一种理想的“第一次核打击”（打击军事目标）武器。



MIRV 弹道示意图

基于上述理由，MIRV 立刻得到了美国军方的青睐。1964-1968 年，美国开展了 MIRV 的探索性研制,并在关键技术获得成果的基础上进入工程研制阶段。1970 年 6 月，在“民兵 III”

导弹上首批部署了 MK12/W62 分导式多弹头。1971 年 3 月,又将 MK3/W68 分导式多弹头装备在“海神”C3 导弹上。

美国在取得 MIRV 技术突破后为了限制对方的发展和减轻自己的负担,与苏联开展了军控谈判。而到了 1972 年,苏联的 A-35 反导系统也正式建成服役。同年 5 月,美苏达成《关于限制进攻性战略武器的某些措施的临时协定》(SALT)和《限制反弹道导弹系统条约》(ABMT)。前者将战略导弹的总限额定为美 1710 枚、苏 2358 枚,但没有限制弹头数目。后者约定了反导弹系统的定义,“只允许双方按规定在各自的首都周围和一个洲际弹道导弹地下发射井周围建立有限度的反弹道导弹系统”。



1972 年 5 月 26 日,尼克松和勃列日涅夫在莫斯科签署 SALT

苏联从来都是“美国有的苏联也一定要有”,以取得战略平衡。1973 年苏联开始试验第一批 MIRV,1975 年开始装备部队,比美国晚了五年。部署的导弹有 SS-17,带 4 个子弹头;SS-18,带 8 个子弹头;SS-19,带 6 个子弹头。

随着美苏在导弹上装的子弹头越来越多,“第一次核打击”的能力越来越强,军备竞赛再次不断升级,迫使双方不得不再坐下来谈判限制核弹头的数目。1991 年达成的《第一阶段削减进攻性战略武器条约》(START I)对运载器、总投掷当量、第 1 次打击能力和战略核弹头总数的限制都作了规定,其中限定美国的核弹头总数不超过 10395 个、俄罗斯不超过 8084 个。1993 年 1 月双方又签署了《第二阶段削减进攻性战略武器条约》(START II)条约(未批准)。条约规定,在 2003 年 1 月 1 日之前(后来延至 2007 年 12 月 31 日),美俄部署在进攻性战略武器上的核弹头总数将分别削减至 3000~3500 枚,销毁所有陆基 MIRV 洲际弹道导弹。美国的和平保卫者 MX 导弹和俄罗斯的 SS-24 导弹因此于 2005 年全部退役。

二、装备情况

截至 2009 年初,美国现役的陆基 MIRV 导弹只有民兵 III 导弹,每枚装备 1~3 个

MK12A/W78（33.5万吨当量）。据估计有250枚民兵III导弹装备了350个MK12A/W78弹头。美国现役的海基MIRV导弹也只有三叉戟II D-5导弹，每枚导弹装备4-6个MK4/W76、MK4A/W76-1（10万吨当量）弹头或MK5/W88（47.5万吨当量）弹头。据估计，共有288枚三叉戟II D-5导弹部署在14艘Ohio级战略核潜艇上，装备了718个MK4/W76弹头，50个MK4A/W76-1弹头和384个MK5/W88弹头，共1152个弹头。美国目前没有新的MIRV导弹研制计划。

截至2010年初，俄罗斯现役的陆基MIRV导弹包括的50枚SS-18导弹，每枚装备10个55万吨当量子弹头，共500个弹头；60枚SS-19导弹，每枚装备6个40万吨当量子弹头，共360个弹头。海基的MIRV导弹包括64枚SS-N-18导弹，每枚装备3个5万吨当量子弹头，共192个弹头，部署在5艘Delta III级战略核潜艇上；96枚SS-N-23导弹（包括“轻舟”及其改进型“蓝天”），每枚装备4枚10万吨当量子弹头，共384个弹头，部署在6艘Delta IV级战略核潜艇上。俄罗斯正在发展新型陆基MIRV洲际导弹RS-24，每枚装备3个40万吨当量子弹头，一般认为其改进自SS-27（白杨-M）。2007年5月29日、12月25日和2008年11月26日，RS-24进行了三次成功试射，原计划于2009年开始服役，现已推迟到2011年，计划还要进行1~2次试射。俄罗斯还计划研制一种液体燃料的陆基MIRV导弹，以替代已经超期服役的SS-18和SS-19导弹，但目前项目尚未开始。新型海基MIRV洲际导弹Bulava，估计每枚装备4~6枚子弹头，原计划2009年服役，由于屡次试验失败，至少会推迟到2012年。Bulava计划装备在955型战略核潜艇上，每艇可携带16枚导弹。目前已有三艘955型艇建成或建造中，原计划的第四艘尚未开工，也可能会取消。

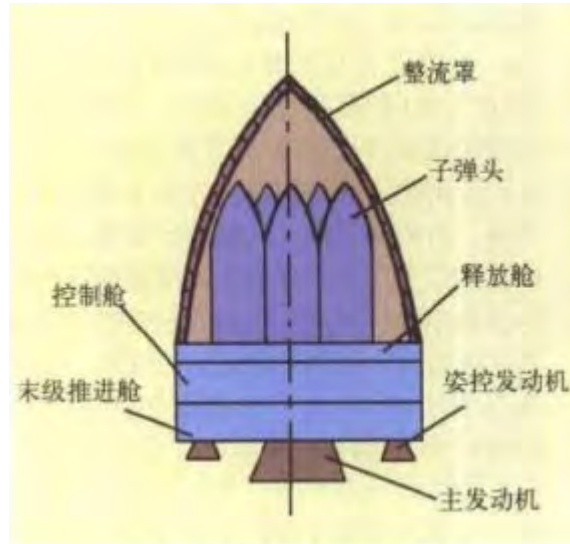
法国是第三个发展MIRV技术的国家。与美苏在第一次核打击力量上装备MIRV不同，法国的MIRV装备在作为第二次核打击（核反击）力量的潜射导弹上，这是为了在有限的核潜艇和潜射导弹上实现尽可能多的核打击力量。法国第一种MIRV导弹是M4潜地弹道导弹，1976年开始研制，1980年11月首次飞行试验成功，1985年5月开始在“不屈”号导弹核潜艇上部署，每枚带6个15万吨当量的TN-70和TN-71子弹头。随后又研制了射程更远的M45导弹，1991年12月首次试射，1996年3月开始在“胜利”号导弹核潜艇上部署。每枚M45导弹带4~6个15万吨当量的TN-75子弹头。法国目前在3艘“凯旋”级战略核潜艇上部署了48枚M45导弹，共携带240个弹头。法国正在发展装备6个TN75弹头（未来使用TN0弹头）的M51导弹，计划于2010年服役，以替换M45导弹。

英国没有发展自己的MIRV技术，其装备的“三叉戟”II D5潜地洲际导弹是从美国购买的。目前英国有4艘“前卫”级战略核潜艇，每艘可携带16枚“三叉戟”II D5导弹，每艘潜艇上共部署48枚10万吨当量弹头（英国版的MK12/W76）。据估计，英国共部署了200枚核弹头，未来将缩减至160枚。

三、工作原理

MIRV由末助推级（post boost vehicle, PBV，又称弹头母舱）和子弹头（reentry

vehicle, RV) 组成, 外面由整流罩(头罩)包裹。PBV 由推进舱、制导舱和释放舱组成, 子弹头固定在释放舱上。PBV 的主要任务是在导弹助推段结束后给子弹头以必要的机动能力, 并在预定的姿态和弹道上逐个释放子弹头和突防装置。



分导式多弹头结构示意图

下面以美国民兵 III 导弹的 MIRV 为例作一介绍。民兵 III 导弹的第四级 (PBV) 推进舱重约 210kg、高 457mm、直径 1320mm。外壳为镁合金壳体, 内壁衬有软木。推进舱下端与第三级前端连接, 上端则与制导舱相连。推进舱共有 11 台液体火箭发动机, 其中 1 台是主发动机, 10 台是姿态控制小发动机, 推进剂均采用一甲基肼和四氧化二氮。主发动机的任务是根据制导系统的指令提供必要的轴向推力, 以调整 PBV 的速度。发动机安装在推进舱的底部的中央。具有多次起动的能力, 推力 1.4kN, 可以在俯仰和偏航两个方向上摆动, 最大摆动角度约 5 度。10 台姿态控制发动机的任务是根据制导系统的指令提供必要的俯仰、偏航和滚动所需要的推力, 以调整 PBV 的姿态。其中 4 台用于控制俯仰(成对地安装在推进舱的两侧), 2 台用于控制偏航, 4 台用于控制滚动。这 10 台发动机都安装在推进舱的四周。这些发动机的喷管出口端都与推进舱外壳相嵌接, 以使其燃气通过推进舱外壳的开口排出。控制俯仰和偏航的 6 台发动机每台推力为 102N, 控制滚动的 4 台发动机每台推力为 80.4N。



民兵 III 导弹 PBV 的推进舱

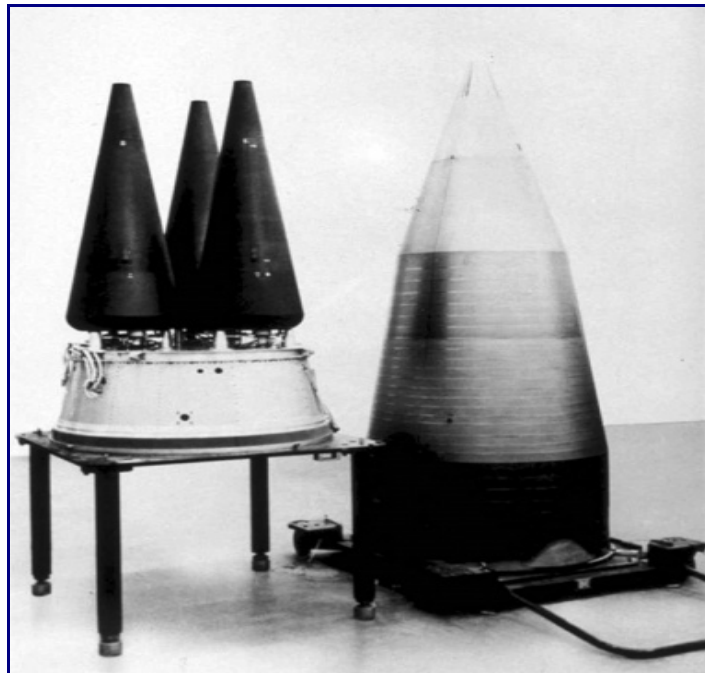
制导舱内装有惯性平台、三个加速度表、两个双轴向控制陀螺、电子控制装置、数字计算机等制导系统部件。制导系统的任务是：控制导弹的飞行、级间分离、推力中止、解除保险、释放子弹头和突防装置以及其他飞行功能。制导舱下端与推进舱连接，上端与释放舱相连。



下面是制导舱，上面是包裹在整流罩中的释放舱及弹头

释放舱是子弹头的分离释放机构，位于制导舱的上方，用于在导弹贮存或飞行期间支承并固定子弹头。分离释放机构的支座用爆炸螺栓将子弹头固紧，释放子弹头时炸开爆炸螺栓。突防装置（诱饵和金属箔条）也固定在释放舱内，和子弹头伴随释放。

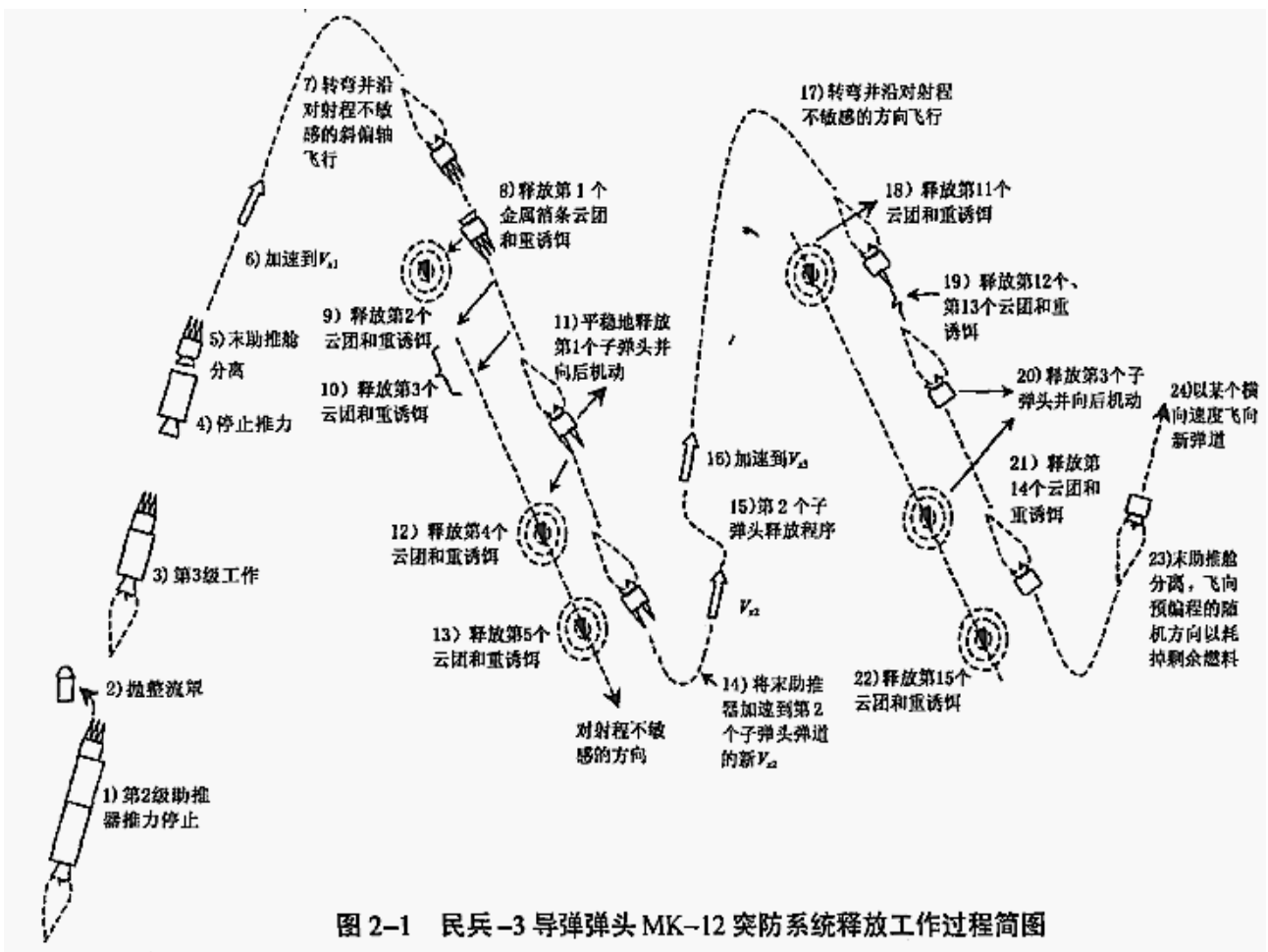
整流罩的作用是使导弹保持完整的气动外形和保护子弹头。整流罩的外形为尖拱形，在导弹飞出大气层后，借助两个小火箭将整流罩沿导弹飞行方向推离PBV，两个小火箭最大推力为5kN。



子弹头下方是释放舱，旁边是整流罩

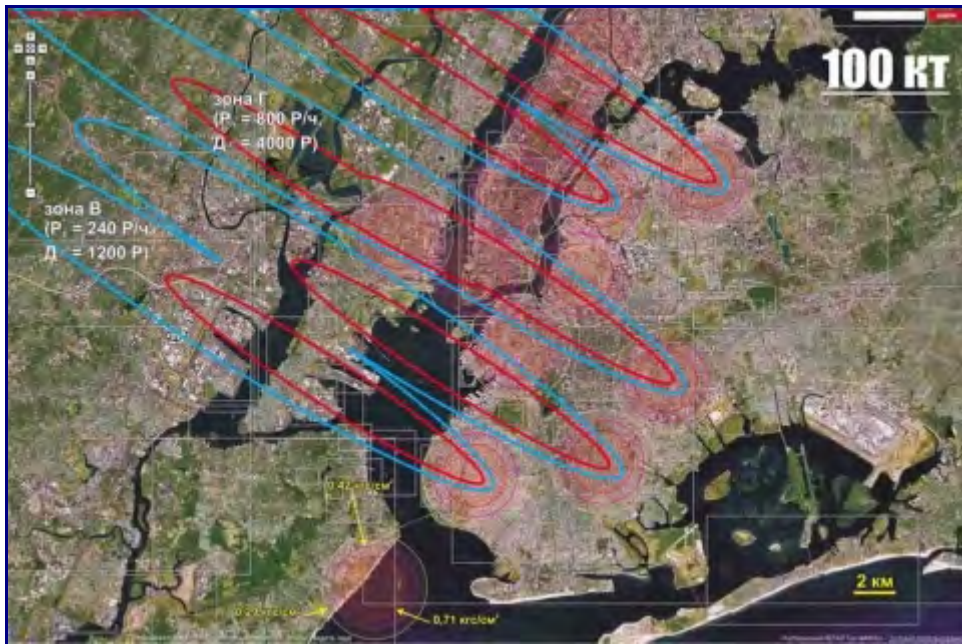
民兵 III 导弹的 MIRV 设计充分考虑了对苏联导弹防御系统的突防性能，突防方案具有很强的针对性和目的性，典型工作流程如下：

民兵 III 导弹起飞后 120 秒抛整流罩，高度约 100 公里；210 秒三级发动机分离，高度约 240km；3 秒后 PBV 开始工作，进行星光定位，并按照计算机预定的程序，对 PBV 的方向和速度进行修正；当 PBV 滑翔到适宜的位置调整到预定姿态，开始沿着对射程不敏感的方向顺序地释放子弹头、金属箔条云团和诱饵，使子弹头或诱饵置于金属箔条云团之中；每次释放后 PBV 重心位置发生跳动，推进舱重新工作，调整 PBV 的飞行方向、速度和姿态到新的弹道，再投出下一个子弹头或诱饵；全部突防系统投放完毕后，在真空段形成 3 串并行“糖葫芦”式的多目标群构成的多目标飞行状态，每个多目标串大约有 4-6 个单目标群，每个群中多数含有诱饵和钨丝形成的干扰云团；少数目标串中含有子弹头，为的是真假混淆、以假乱真。以“2 个子弹头+10 个再入诱饵+12 个单目标群”的方案为例，3 串多目标串之间的间距(在下降段 360km 高度)为 28km，目标群的串长 113km，3 个目标群串落地时的横向间距分别可达到 175km 和 149km。参见下图：





MX 弹头再入。如果是真实的核战争，可能就是这样的恐怖场景了：



多个小当量的子弹头适用于打击形状不规则的城市目标

四、MIRV 的多种布局

在同样的原理下，MIRV 可以有不同的布局。

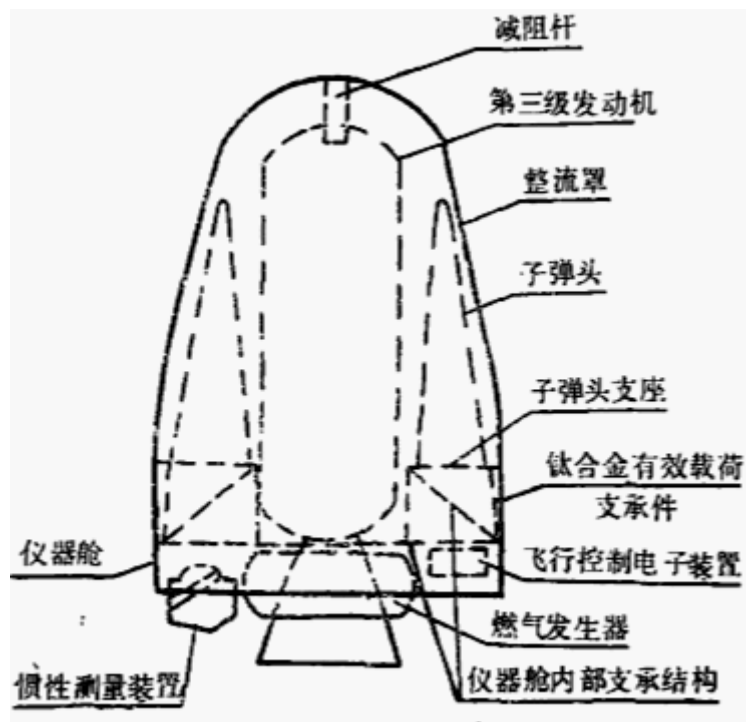
MX 导弹的 MIRV 构型类似于民兵 III。陆基地井部署弹导弹对长度要求不大，因此子弹头全

部放置在 PBV 上，而 PBV 位于三级发动机之上。

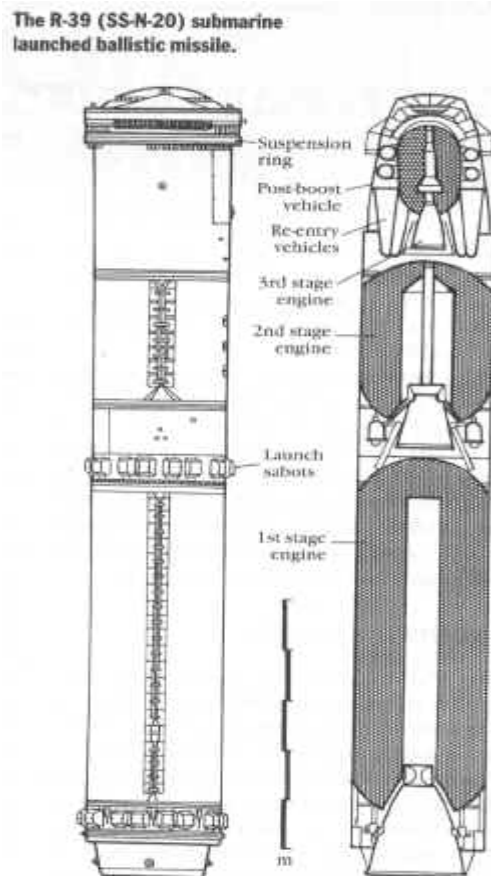


而海基导弹对长度要求比较苛刻，因此有些海基导弹的 PBV、子弹头和三级发动机嵌套放置，比如下图中的三叉戟 II D5 导弹，这里的子弹头是 MK4/W76:





苏联的海基导弹采取了倒置式的 MIRV 布局（无论是液体还是固体导弹），比如下图中装载在“台风”级核潜艇上的 SS-N-20 导弹。



据说 BuLava 导弹的 MIRV 也采用这种倒置布局：

Bulava - the lightest ballistic missile of its type

Russia's newest ballistic missile still under development

Specifications
First and second stage propellants - solid-fuel rocket; third stage propellant - liquid-fuel rocket (to allow high maneuverability during warhead separation)
Launch from inclined position allows a submarine to fire Bulava missiles in movement
The missile can carry up to 10 hypersonic, individually guided, maneuverable reentry vehicles
Due to a low-altitude flight pattern, Bulava could be considered a "quasi-ballistic" missile

Main characteristics:	
Developer	Moscow Institute of Thermal Technology
In service:	2009 (planned)
Range, miles	5000
Launch weight, tons	36,8
Number of stages	3
Warhead	nuclear, MIRV
Number of reentry vehicles	6-10 (100-150 KT each)
Guidance system	Inertial
Throw weight, kg	1150
Total length	12,1
Length without warhead, m	11,5
Maximum diameter, m	2
Diameter of launch canister, m	2,1
Length/weight of the first stage, m/tons	3,8/18,6

Bulava-30 (RSM-56 for international treaties; NATO: SS-NX-30) is Russia's new submarine-based solid-propellant ICBM

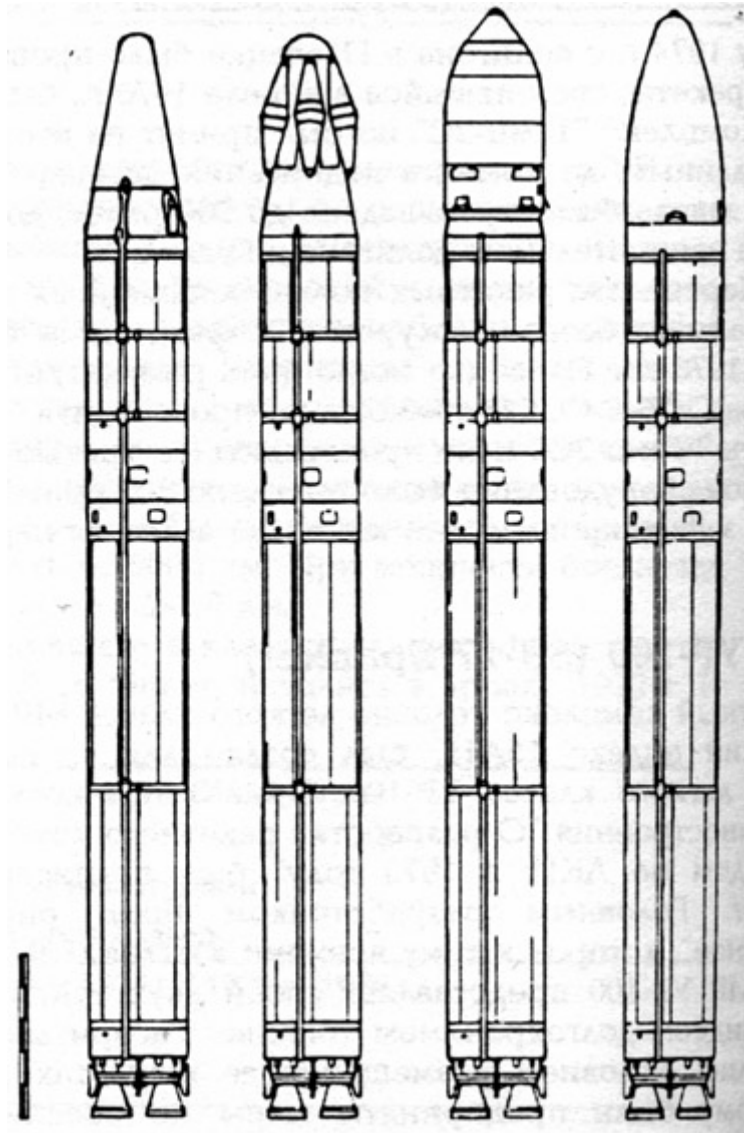
Bulava has been tested on Dmitry Donskoy, a converted Project 941 Akula (Typhoon) class strategic nuclear submarine
Will be fitted aboard Russia's new Project 955 Borey class strategic nuclear submarines. Construction of eight Borey class submarines is planned.
The first - Yury Dolgoruky - is expected to be commissioned in 2009 and will carry 12 Bulava ICBMs. Other submarines will carry 16 Bulava missiles.

RIA Novosti © 2008
No reproduction of any part of this publication is authorized without prior written permission from «RIA Novosti»
For permission, please contact us on + 7 (495) 645-6601 (# 7251) or by e-mail at infographica@rian.ru

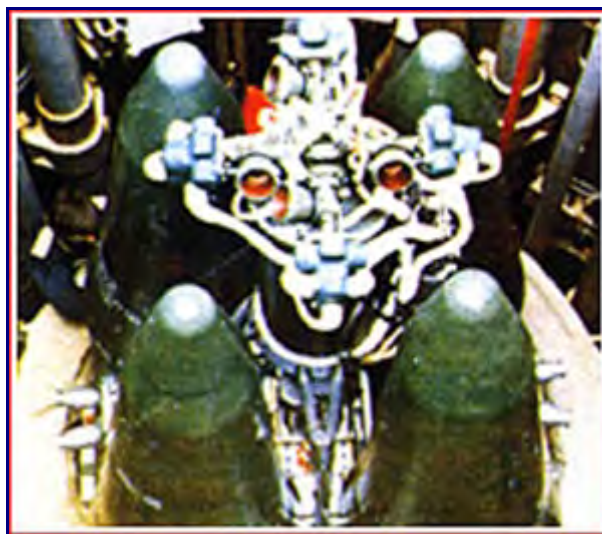
如果不加整流罩，为了减小气动阻力，可以用紧凑式布局，比如下图中的苏联 SS-20 导弹，其 PBV 也非常独特：



苏联人确实很有创造性，SS-18 重型洲际导弹还有一种独特的子弹头上下重叠布局（左2）：



弹头数较少时，RV 可以围绕 PBV 布置，比如苏联的 SS-17:



五、我国的MIRV 导弹研制

美国在 60 年代发展 MIRV 是在相关技术取得突破的背景下进行的。发展 MIRV 技术所需要的主要技术有：1，小型化弹头技术，包括热核武器的小型化和再入飞行器的小型化。2，空间飞行器姿控技术，包括空间定位和弹头分离姿态控制技术。从一些公开报道看，我国很早就有发展 MIRV 的计划。据说 80 年代计划中的 DF-41 就是一种 MIRV 导弹，用于取代 DF-5。上个世纪 90 年代我国在这两个方面都取得了重大突破。一方面经过不懈的努力，掌握了小型化弹头技术。姿控方面，研制成功 PBV 推进舱用的多次启动变推力液体火箭发动机。空间飞行器姿控技术是一种典型的军民两用技术，MIRV 和发射多颗不同轨道的多星发射技术有很多相通的地方。为 Motorola 公司研制发射铱星的 CZ-2C/SD 火箭上的“智能分配器”可以看作是一个 PBV 的简化原型。



CZ-2C/SD 火箭“智能分配器”，可用自旋抛出方式一次将两颗铱星送入轨道

随着相关技术的突破，我国的第一种 MIRV 导弹 DF-5B 于 2001 年正式立项研制，2006 年 6 月首飞成功。我国成为世界上第四个掌握 MIRV 技术的国家。一点也不奇怪的是，我国在掌握了 MIRV 技术后于 2008 年 9 月用 CZ-2C/SMA 火箭发射了 HJ-1A、HJ-1B 双星。《中国航天报》对这次发射报道说：“长征火箭虽然曾多次执行一箭多星发射任务，但卫星都是处于同一轨道。在本次发射任务中，长二丙 SMA 火箭把环境与灾害监测预报小卫星 A、B 星准确送入不同的轨道，实现了我国发射技术的重大突破。实现这一技术突破的关键是对火箭上面级的精准控制。（火箭总指挥）郑全宝用“跳芭蕾舞”来比喻火箭上面级在太空中的 17 项精彩表演：滑行、调姿、变轨、减速、末修、释放 A 星……释放 B 星、回落，那种精彩似乎只有训练有素的舞蹈家才能声情并茂、姿态优美地展示出来。”未来的北斗二号也计划采用 CZ-3B 火箭进行一箭双星发射。

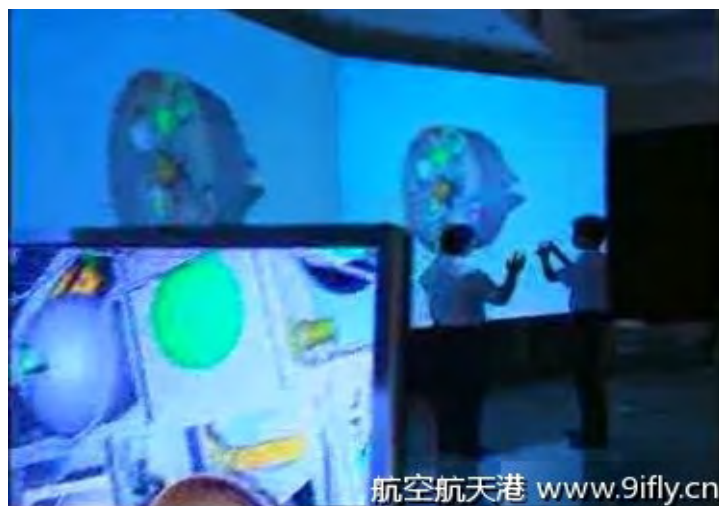
官方并没有公开 DF-5B 的外形，不过某礼品公司为二炮订做的某型号导弹模型似乎就是这种多弹头导弹。整流罩的外形与 DF-5 和 DF-5A 完全不一样，倒是和苏联的 SS-18 导弹很相似。



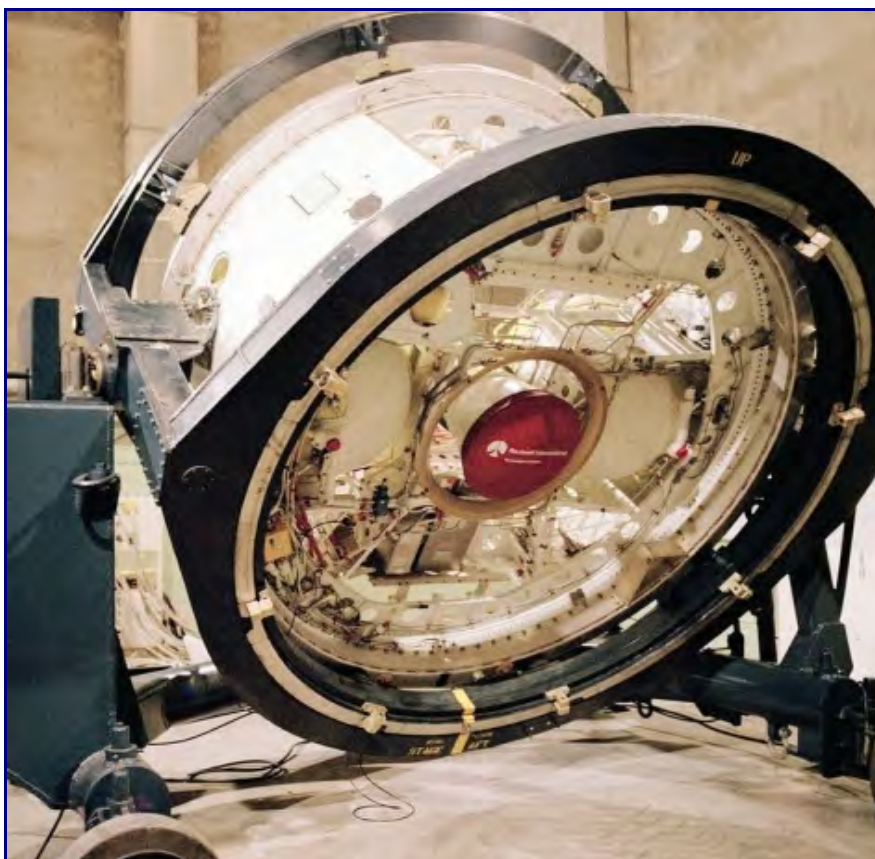
在网络上一段对中国运载火箭技术研究院的介绍视频

(<http://tv.people.com.cn/GB/144357/150724/10134167.html>) 中，笔者还发现了这样一个“奇怪”的舱段：





这个舱段实在很像MX导弹的PBV（下图），图中尖尖东西的看起来就是子弹头。从DF-5的投掷能力（3吨）来看，一般PBV占投掷重量的 $1/3 \sim 1/2$ ，即PBV重 $1 \sim 1.5$ 吨，那么DF-5B可以投掷至少 $3 \sim 4$ 枚 $500\text{kg}/1\text{Mt}$ 的弹头或者 $5 \sim 6$ 枚 $300\text{kg}/500\text{kt}$ 的弹头。如果DF-5B的投掷能力有所增加，则还可以投掷更多的弹头，不过，再考虑到我们可能会放置比较多的突防装置，DF-5B的子弹头估计为 $3 \sim 5$ 个。从打击能力来说，3枚 1Mt 当量弹头的EMT比DF-5A的 5Mt 单弹头还大，考虑到若CEP还有所减小，则打击能力更强。



MX导弹的PBV

我国为什么要在地井部署的 DF-5B 而不是机动导弹 DF-31 和 DF-31A 上装备 MIRV 呢？我认为这是由战略和技术多方面因素决定的。我国拥有的少量核武器是用来遏止它国对我发动核袭击，是作为核反击力量使用的。我国的陆基核力量分为地井部署的 DF-5 系列和公路机动的 DF-31 系列导弹。面对美国的导弹防御系统，必须保证导弹（弹头）的突防能力。对于我国 DF-5 系列导弹来说，发射阵地的隐蔽性是生存的前提，一旦阵地暴露就可能丧失核反击能力（敌人用常规武器就可以进行打击）。由于我国强调地井的隐蔽性，可选择的地点并不多，不可能大量部署 DF-5 系列。而单弹头的 DF-5A 突防能力有限，即使使用诱饵，其体型巨大的弹头也较容易被敌雷达跟踪和识别。而若改用 MIRV，突防概率就大大增加了。另一方面，作为一个已经非常成熟的平台，DF-5A 导弹拥有较大的投掷能力，因此改装为 MIRV 型号是技术上可行且风险较低的选择。DF-5B 的研制成功，实现了花费尽量少的时间和经费显著提高了现有武器装备的性能。

再来看 DF-31 系列导弹。在总弹头数不变的前提下，公路机动的 DF-31 系列导弹为了增大突防概率可有两种选择：采用 MIRV 或增加单弹头导弹数量。公路机动对导弹的起飞质量和运载能力有很强的限制。对二、三级公路、汽-20 桥梁，导弹起飞质量的上限为约 48 吨（差不多就是白杨-M 的重量）。携带单弹头的导弹可采用较多的突防措施，而携带多弹头导弹的有效载荷的质量绝大部分被几个弹头所占去，所能用于突防的质量必然会比单头导弹的少许多，分摊到掩护每 1 个弹头的突防质量就会更少。因此，多头导弹的每 1 个弹头中段和再入段突防概率下降。在助推段相同的拦截条件下，单头导弹每拦截下 1 枚导弹只会损失 1 个核弹头，而多头导弹会损失更多的核弹头。综上所述，对有限的核弹头来说，多枚单头导弹齐射的突防概率更高，所以公路机动的 DF-31 系列导弹采用了单弹头部署（白杨-M 也是类似的考虑）。预计我国未来更先进的公路机动导弹也将采用单弹头部署方式，研制类似于美国“侏儒”导弹那样的小型化高机动、高抗打击、高突防能力洲际导弹。而类似于 SS-24 的装备 MIRV 的铁路机动重型洲际导弹也是一个可考虑的选择。陆基重型 MIRV 洲际导弹也可以有其他的部署方式，比如参考 MX 的深埋地下部署（DUB）方案。



JL-2 模型弹弹射试验

类似于法国的思路，我国的 JL-2 也很可能装备 MIRV，CCTV 的节目中出现的 JL-2 模型弹的钝头外形就是一个佐证，MIRV 布局可以参考美国的“三叉戟”导弹。考虑到目前我国的导弹制导精度还不太高，不适于采用多个小当量弹头（比如 M45 和 M51 上的 6 个 10~15 万吨弹头），可能会携带少量中等当量弹头（比如 3 个 30~50 万吨弹头）。不过，弹头的数目和当量（重量）选择还要考虑到保证射程的需要。

以上都只是笔者的推测，仅供网友参考。

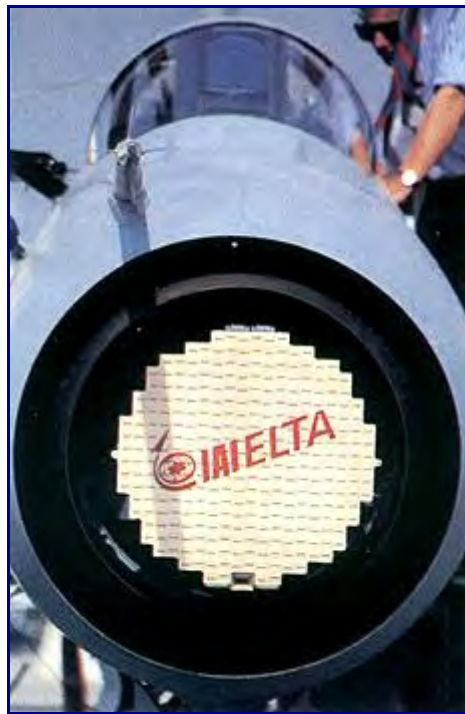
（吴锤红 供稿）

他山之玉-我国引进 EL/M-2032 雷达项目



歼-7FS 战斗机及配备的 EL/M-2032 雷达，注意此时歼-7FS 仍旧采用单三角翼。在近日出现的我国歼-7 系列战机图片中，首次公开歼-7FS 配备了引进 EL/M-2032 脉冲多普勒雷达，这是我国首次证实曾经引进此型雷达。

EL/M-2032（图片中误将型号登为 LE/M-2032）是由以色列 ELTA 系统公司研制的多功能机载火控雷达，其中 EL 就是 ELTA 的开头字母，M 是代表着军用-Military



罗马尼亚的米格-21 枪骑兵配备的 EL/M-2032 雷达，天线注有 ELTA（IAI 指的是以色列飞机公司）

对于 ELTA 系统公司和 EL/M-2032 雷达，可能读者觉得陌生，如果笔者说费尔康预警机，大家就会比较熟悉，其中费尔康预警机的有源相控阵雷达就是由 ELTA 系统公司研制的，编号为 EL/M-2075，ELTA 公司是以色列飞机工业公司（IAI）的子公司，主要负责雷达及航空电子系统的研制，ELTA 是目前国际上最大的雷达研制、生产厂商之一，其产品包括机载、舰载、地面雷达、电子战、通信及数据链甚至侦察卫星等，做为 ELTA 目前主要的机载雷达，以色列空军一直要求在引进的 F-16 战斗机配备 EL/M-2032 雷达-其性能可见一斑，甚至在采购 F-16I 时以色列空军罕见的公开指责该机配备的 AN/APG-68V-9 雷达性能不达标，以此要求换装 EL/M-2032，不过美国人的态度明确而坚决-美制雷达是采购美国战机的前提条件，做为对以色列的补偿，美国空军采用了以色列拉斐尔武器发展局研制的 LITENING 光电瞄准吊舱，根据美国惯例美国空军装备的该吊舱由美国诺格公司生产，编号为 AN/AAQ-28。



著名的费尔康有源相控阵雷达就是 ELTA 的产品，编号 EL/M-2075

从上世纪 60 年代起，以色列开始发展自己的航空工业，研制幼狮式等型号战斗机，做为重要的配套系统，ELTA 开始研制装备这些飞机的雷达及火控系统，最初研制的 EL/M-2001 只是简单的雷达测距器，EL/M-2001 于 1976 年装备部队，其只能测量飞机到目标的距离，为载机的红外制导空空导弹和航炮、航弹及航箭等武器的发射与投放提供弹道计算支持，只能在晴朗的白天使用，在西方尤其是美国的大力支援下，ELTA 在雷达技术领域的进展可以用一日千里来形容，1977 年 ELTA 公开在 EL/M-2021 多功能空中截获和火控雷达，这是以色列第一种具备全天候作战能力的火控雷达，来解决雷达的下视/下射能力，ELTA 又研制了 EL/M-2021 的改进型 EL/M-2021B，这是以色列第一种脉冲多普勒火控雷达，EL/M-2021B 也是以色列第一型采用综合航空电子系统概念的火控雷达，其可以通过 1553B 数据总线与机载航电系统网络进行数据共享和交换。在 ELTA 机载雷达型号发展中起到承上启下的作用。上世纪 80 年代根据以色列空军的要求，ELTA 开始为“狮”式战斗机研制配套的 EL/M-2035 多用途火控雷达，根据“狮”战斗机多用途的要求，EL/M-2035 采用可编号信号处理器，分布式数据处理器、行波管等新技术，全面提高了对空、地探测性能，比如在空空模式中添加了边搜索边测距、边搜索边跟踪等，在空地模式中添加了真实波束绘图及画面冻结、扩展；多普勒波束锐化、地面移动目标指示等模式。其性能指标已经达到了当时世界机载雷达的一流水平，不过由于美国的压力，以色列不得不在 1987 年取消了“狮”式战斗机计划，为了不使 EL/M-2035 取得的成果丢失，ELTA 继续进行 EL/M-2035 研制，并制造出一部样机进行飞行测试，有消息说南非在其幻影战斗机升级计划-猎豹战斗机计划中选择了该型雷达。这给了 ELTA 对于以色列航空工业以启发，在自身能力不足

以支持整机项目的研制，不如将重点发展对战机的改装及配套系统的研制中，实际上到本世纪以色列航空工业已经为当今战机改装的主要竞争者，如前不久我们看到的以色列与法国竞争印度空军幻影-2000 升级项目。



LAVI 是以色列航空工业的巅峰之作



LAVI 的全玻璃化座舱，突出显现以色列在航空电子领域的水平

EL/M-2035	MULTI-MODE RADAR	
Full set of operational modes:		
A/A:	RWS, ACM, STT, TWS, RA	
A/G:	AGR, RBM, GMTI, BCN, SSS, DBS, TA, PVU	
Typical detection range:	25 NM	
Power consumption:	4 KW	
Weight:	138 Kg	
EL/M-2032	COMPACT MULTI-MODE RADAR	
Basic operational modes*:		
A/A:	RWS, ACM, STT	
A/G:	AGR, RBM, GMTI, BCN	
Typical detection range:	18 NM	
Power consumption:	2.5 KW	
Weight:	98 Kg.	

EL/M-2032 是在 LAVI 的 EL/M-2035 雷达的基础上发展而来，可以看到前者比后者要小巧
考虑到用户对于飞机的升级有不同的要求，以及为不同的飞机配套以向用户提供完整的产

品系列，ELTA 研制的 EL/M-2032 雷达，该雷达最大的特点就是采用了模块式结构，可以搭配不同的天线及发射机来配备不同的战机，从而避免需要开发多种雷达而带来的研制费用的增加，EL/M-2032 工作在 X 波段，采用标准的 1553B 数据总线接口，完全由软件控制，天线具有低旁瓣、双轴单脉冲测距等特点，尺寸可以根据用户需要来确定，其既可以装备 F-16 这样先进的多用途战斗机，也可以装备米格-21 这样二代轻型战斗机及教练、攻击机，该雷达探测距离视天线尺寸和发射机功率有不同的工作范围，在空空/地模式最大搜索距离可以达到 150 公里，对于海上目标探测距离最远可以达到 300 公里。雷达拥有 14 种空空/地工作模式，其中空空模式包括：边搜索边测距、边搜索边跟踪、战场态势感知、单目标跳跃，其特点强调了近距格斗能力，添加了空战格斗时的垂直搜索、平显搜索与瞄准模式等，在空地模式中添加了高分辨率的合成孔径绘图等模式，这个模式对于支援 90 年代开始大量使用的卫星制导炸弹-JDAM 特别用效，EL/M-2032 把对海搜索能力也放在了重要位置上，其新增加了逆合成孔径海上目标分类模式，可以精确的识别海上目标。



EL/M-2032 既可用于新机配套也可用于老机升级

SYSTEM MODULES

1. Antenna

- Ultra-low sidelobe planar array type
- Two axis monopulse
- Azimuth/elevation electric drive

2. Power Unit-Transmitter

- Coherent TWT amplifier
- Stable high-voltage power supply
- Fully air-cooled

3. LPRF - Low Power RF

- Balanced monopulse receiver
- High spectral purity exciter
- Wide dynamic range

4. RPU - Radar Processor Unit

- Programmable Signal Processor
- Multi-CPU Data Processor
- Avionics Interface

The LPRF and RPU functions are located in the same LRU in the EL/M-2011 and EL/M-2032 configurations.



GROWTH POTENTIAL

Versatile design features ensure that the radar can be upgraded to meet new combat requirements:

- MIL-1553B interface to the avionic system
- Modular signal and data processing hardware architecture
- Spare memory space and computing power.

LOGISTIC SUPPORT

Elta offers a fully integrated logistic support package including technical training, full documentation, spare parts, test equipment and engineering support.

The hundreds of Elta Airborne Radars in operation today are your assurance of reliable performance and support.

AVAILABILITY

High reliability and efficient maintenance have been incorporated into the design concepts of the new radar family

Operational availability is supported by:

- Continuous self-test and automatic alert during flight
- Built-In-Test (BIT) for rapid turnaround time and reliable failure location
- LRUs easily replaced without special equipment or adjustments



采用模块化结构的 EL/M-2032 的装机适应性较好

做为以色列航电系统升级计划的核心设备，EL/M-2032 雷达已经用于多个国家的战机升级项目，包括罗马尼亚的米格-21MF 升级-枪骑兵计划、智利空军的 F-5E 升级、土耳其空军的 F-4E 战斗机升级、巴西空军的 AMX 攻击升级，另外韩国新研制的 T-50 教练/攻击机也选择了 EL/M-2032 雷达做为火控雷达等。特别是近年来以色列航空工业将印度做为重要的市场进行重点发展，EL/M-2032 也成为印度多个战斗机改进计划的雷达，如印度美洲虎 IM 攻击机升级中，就用 EL/M-2032 替代了原来的法国 AGAVE 雷达，印度海军的海鹞式战斗机也用 EL/M-2032 替代了原来的英国蓝狐式雷达，并且印度海军还配套引进了以色列德比空空导弹，一举让印度海军航空兵具备了超视距空战能力，另外由于印度自行研制的机载雷达进度严重拖延，EL/M-2032 还有可能成为 LCA 的机载雷达，前面的所说的以色列竞争印度空军幻影 2000 战斗机升级计划其配套的雷达也可能是 EL/M-2032。



米格-21 枪骑兵实际上是以、罗、中三方联合项目



配备 EL/M-2032 智利空军的 F-5E+



印度的美洲虎 IM 攻击机升级计划就包括 EL/M-2032 雷达



EL/M-2032 和德比导弹让印度海军的海鹞战斗机具备了超视距作战能力

在广拓国外市场的同时，ELTA 也没有放弃国内市场，考虑到以色列空军 80 年代引进的 F-16A/B 型战斗机的航电系统已经老化，由 IAI 牵头，包括 ELTA、ELBIT 等公司联合进行了 F-16ACE 项目，由 F-16 航空电子增强项目，这个项目相当于 F-16MLU-中期性能提高计划，其主要内容包用 EL/M-2032 雷达替代原来的 AN/APG-66 火控雷达，利用前者的远程探测和高精度对地探测能力来提高 F-16A 的空战和对地攻击能力，特别是超视距空战能力。同时全面更新 F-16A/B 战斗机的航空电子系统，采用多层多条 1553B 数据总线的综合航电系统来替代原来单层双余度 1553B 数据总线，用以色列自行研制的模块式任务计算机替代原来的火控、平显和外挂管理三部计算机系统，座舱也采用全玻璃化座舱，包括带战术输入控制面板的广角平显、三块 5*7 英寸多功能彩色液晶显示器和 DASA 头盔显示/瞄准具。其他改进包括以色列新型吊舱及武器包括；LITENING 光电瞄准吊舱、EL/M-2060P 合成孔径雷达吊舱、EL/L-8222 电子干扰吊舱及 600 加仑副油箱，武器包括以色列怪蛇-4 空空导弹等。虽然其仍旧采用 F-16A/B 的 F100 发动机，但是其总体作战能力已经达到了 F-16C/D 的水平，突出显现了以色列航空工业在现代战机改装方面的实力。



以色列自行改装的 F-16ACE 型战斗机



F-16ACE 的全玻璃化座舱和 EL/M-2032 雷达，注意天线有敌我识别天线

根据海外媒体报道，以色列与我国曾经有着非常紧密的防务技术方面的联系，早期上世纪 70 年代，以色列就曾经向我国提供过美制 M68 型 105 毫米线膛炮，用于改进我国的 59 和 69 式主战坦克，从上世纪 80 年代开始双方的合作开始扩展到航空领域，我国从以色列引进的怪蛇-3 近距格斗空空导弹，并且经过许可在我国自行生产，我国生产的怪蛇-3 编号为霹雳-8，由于当时国产战斗机航空电子系统落后，并且从西方国家直接引进困难较大，所以我国与以色列在这个领域进行广泛的合作，进入 90 年代双方的合作继续向深度和广度方面扩展，特别是在 1996 年配备 ELTA 公司的 EL/M-2075 雷达的 A-50I “费尔康”预警机击败俄罗斯的 A-50E 预警机，获得了我国空军空中预警机合同，根据这项价值 10 亿美元的合同，以色列将向我国提供 4 架 A-50I 预警机，但这项交易全来在美国蛮横的压力被取消，也导致我国和以色列的防务技术合作告以段落。但是我国在与以色列的技术合作中仍旧受益良多，如在刊特介绍歼十总师宋文骢院士时就提到，宋院士在研制过程中非常重视航电系统的效能，“通过十余个航电系统的国产化，不但全方位提高新歼的效能，也为未来的发展构建了一个平台”，从当时的情况下来年地；欧美正在对我国进行封锁禁运，俄罗斯相关系统还未成熟，所以这十余个航电系统很可能就来自以色列，而我国雷达专家王小谟院士也在兵器知识提到过以色列在有源相控阵雷达的 T/R 模块的生产方面对我国提供的帮助。



我国的霹雳-8 就是以以色列的怪蛇-3



我国研制的歼-10 战机，其航电系统与以色列有一定的渊源



歼十的座舱与 LAVI 很相近

上世纪 90 年代，以色列瞄准我国空军的战机升级市场，在 1995 年北京航展上展示了米格-21-2000 方案，该方案包括：换装 EL/M-2032 雷达，以 1553B 数据总线为骨干的航电系统、模块化任务计算机、整合有 GPS 接收机的激光惯导系统，采用玻璃化座舱包括平显、2 个 4.5*4.5 黑白多功能显示器用于显示武器系统状态和雷达图像和 1 个彩色多功能显示器用于显示战场态势，根据以方介绍该方案的优点是升级潜力大，比如可以整合与激光制导炸弹交联的光电瞄准吊舱，由于可以使用我国空军大量装备的霹雳-8 空空导弹，整个方案价格也比较低廉在 200-400 万美元/架之间，就这个方案航电系统体现的技术水平来讲，其不但要优于我国空军当时的现役战机，还优于刚刚定型的歼-8B 和引进的苏-27SK，不过我国空军经过评估后并没有采用这个方案，一个主要原因是歼-7/米格-21 机体空间小，尤其是容纳雷达的雷达的进气道激锥空间有限，如我国大量装备的歼-7B/E 系列进气道激锥直径最大只有 456 毫米，这个孔径的天线会较大幅度降低雷达的降低，从而让整个改装方案的效费比较低，歼-7C 的稍好一点，有 645 毫米，但是由于雷达装在进气道内限制了其扫描角度，最多只有 40 度，低于现代机载雷达的 60 度，另外一个比较大的问题就是当雷达下视时，会有部分电波被非透波的进气道弹回形成“进气道假目标”，还有就是在激锥狭窄空间内设备的安放和冷却问题也令人头疼，当然更重要的是当时我国空军已经确定向“攻防兼备”方面转型，在经费依然紧张的情况下，短腿的歼-7 系列自然不会装备如此先进的航电系统。不会以色列并没有一无所获，由于航电系统、外挂武器进行了全面的更新和升级，因此需要米格-21 的重心等一系列参数，但俄罗斯米高扬设计局由于自己有米格-21-93 方案拒绝向以色列提供相关数据，而我国成都飞机公司由于在早年仿制米格-21MF 工作中对该机有较为深入的技术探索，所以以色列在改装罗马尼亚米格-21MF 过程中向成飞求援，在成飞的技术支持下，以色列较为顺利的完成了枪骑兵项目，另外枪骑兵配备的 EL/M-2032 雷达的雷达罩也是我国航空复合材料特种结构研究所提供的。在这个

项目上中外有关方面成功实现了互惠共赢。



以色列曾向我国推介的米格-21-2000 计划



米格-21-2000 换装了一平两下的玻璃化座舱

在参与枪骑兵计划的基础上，考虑到当时空战已经进入超视距时代，为延续空军歼-7B 系列战斗机的寿命，由成飞联合航空复合材料特种结构研究所、黎阳发动机公司等单位，自筹资金，研制成功是歼-7FS 验证机，该飞机就是在现役的歼 7B 飞机上将机头解放出，换

装 EL/M-2032 雷达，探测距离可达 60 公里，具备制导国产中距拦射空空导弹的能力，座舱采用一平两下的玻璃化座舱、GPS 和外挂管理系统，同时将进气道改为下颌式进气方式（即从 1 框至 11 框段完全改造形状），并且为克服由此而来的阻力，换装推力为 7000 公斤的涡喷-13FS 发动机，节省研制费用，该机在成飞留用的一架歼-7B 原型机（机号 139）上改装的。1998 年 6 月 28 日歼-7FS 首飞成功，通过一系列试飞验证改装的可行性，不过由于机载设备增多，飞机的翼荷增加，机动下降，所以后期歼-7FS 换装了歼-7E 系列的双三角翼，在歼-7FS 的科研成果上，成飞正式推出了歼-7MF 型战斗机，其将歼-7FS 的下颌式进气道更换成机腹式进气道，彻底解决歼-7B 系列机头空间不足的问题，在机身增加一对小鸭翼，，形成三翼面布局，进一步提高战机的机动性能，根据成飞的说法歼-7MF 具备超视距空战、近距离格斗、精确对地攻击等作战能力，价格只有 800 万美元，但就总体而言，其仍旧属于第二代战斗机的改进型，性能提高有限，并且在定位有与 FC-1 “枭龙” 有重复，所以歼-7MF 并没有得到进一步的发展。



首飞时的歼-7FS，此时其采用单三角翼



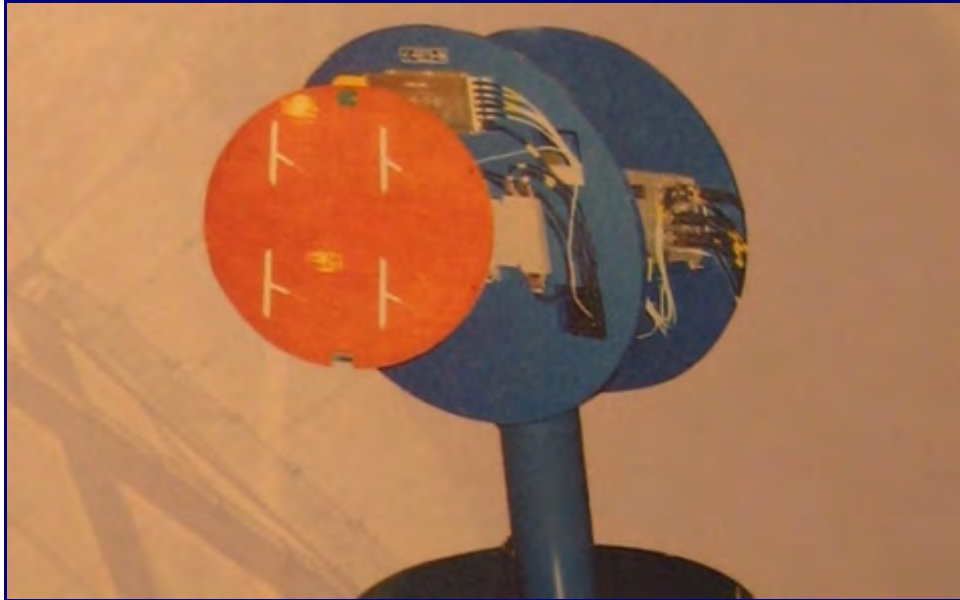
后期的歼-7FS 已经换装了双三角翼



歼-7MF 是歼-7FS 的发展型，但因为与 FC-1 重复而没有发展

2002 年珠海航展上，成飞高级工程师乐强接受记者采访时说“我国已经能提供与 EL/M-2032 相当的雷达，探测距离 80 公里，可以制导中距拦射空空导弹”，而在 FC-1 飞机 04 架上已经采用了我国研制的综合航电系统，该系统采用高度综合化的任务管理计算机，替代原来的显控系统、任务计算机、数字地图、数字传输单元、中央控制单元，实现

了五合一，有效的提高战机的整体和综合作战能力，显现我国在引进 EL/M-2032 雷达及航电系统，经过消化、吸收，为我所用，成功研制出我国自己的多功能火控雷达和综合航电系统。



我国 KLJ-7 脉冲多普勒火控雷达



FC-1 的全玻璃化座舱

通过我国引进 EL/M-2032 项目，我们可以看到，他山之石，可以攻玉，一味外购显然买不来一个现代化，但如果单纯的闭门造车，也会让我们停滞不前，因此坚持自力更生、积极

对外合作，才能真正做到事半功倍。

参考资料；

1、机载雷达手册

2、ELTA 官方主页

3、J 7 F S 机研制工艺技术组织和管理特点 张平

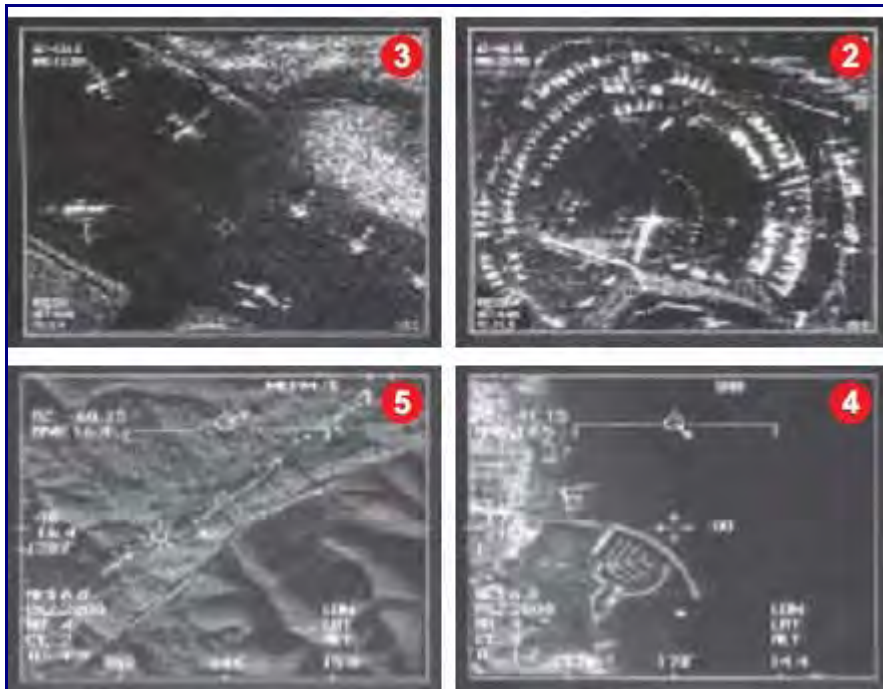
4、本文配图来源于网上，权利归原作者所有



梅卡瓦 MK1 使用的 M68 型 105 毫米线膛炮，注意热护套



我国 79 式主战坦克，注意热护套



EL/M-2032 的对地模式图像



EL/M-2032 的对海模式图像

(吴锤红 供稿)

科技新知

揭秘世界最长港珠澳跨海大桥 可抗 8 级地震 16 级台风



世界最长的跨海大桥——港珠澳大桥于 2009 年 12 月正式开工建设



这座连接粤港澳三地的大型跨海通道造价 730 亿人民币



世界上最长的跨海大桥

北京时间2月1日消息，据英国《独立报》报道，世界最长的跨海大桥——港珠澳大桥于2009年12月正式开工建设，这座连接粤港澳三地的大型跨海通道造价730亿人民币(约合66亿英镑)，全长30英里(约合48公里)，可抗击8级地震、16级台风，承受30万吨巨轮撞击。

世界上最长的跨海大桥

几对情侣漫步于珠海市情侣南路，在岸边拍照，而他们的身后就是澳门，令其尽享中国南海美景。在看到澳门摩天大楼和赌场的地方，一场重大变革正在发生，六年以后当这几对情侣故地重游，他们的身后将是世界上最长的跨海大桥——港珠澳大桥。这座大桥旨在加强香港与珠江西岸的经济联系，深化粤港澳合作，进一步推动三地优势互补共同发展。

港珠澳大桥的规模绝对可以用“不可思议”四字来形容。根据规划，港珠澳大桥不仅是中国施工难度最大的跨海桥梁项目之一，也是世界上交通史上技术最复杂的建设项目之一，主体工程包括一个6648米长的海底隧道。它将进一步强化粤港澳三地的经济联系，巩固珠江三角洲作为世界上最大经济龙头之一的地位。

如今，从企业高层到普通百姓，所有人都在谈论港珠澳大桥，对于前者来说，港珠澳大桥将推动珠海周边经济发展，他们乐见这种变化；对后者而言，他们期盼着香港、澳门的经济热点带动生活质量的稳步提高。长期以来，由于政府更加重视深圳和东莞等制造业基地，珠海周边地区受到忽视。

对环境影响降至最低程度

港珠澳大桥的设计使用寿命为120年，设六条快速车道，2016年建成以后，这座造价730亿人民币(约合66亿英镑)的跨海大桥可抗击8级地震、16级台风，承受30万吨巨轮撞击。通车速度将达到每小时60英里(约合每小时96.6公里)，也就是说，往来于两地之间只需半个小时，而目前则需要三四个小时。

过去三十年，珠江三角洲制造业基地一直是推动中国经济快速增长的发动机，中国40%的国内生产总值(GDP)由该地区贡献，所以，便利的交通网络至关重要。英国工程顾问公司奥雅纳(Arup)负责港珠澳大桥的设计工作，据该公司高层纳伊姆-侯赛因(Naeem Hussain)介绍，这个项目存在诸多技术难点。

他说：“在设计方面遭遇的挑战就是把工程对环境的影响降至最低程度。这里有大量白海豚，我们希望确保工程不会对水流造成影响。另外我们还希望保证建设不会污染河流。”

因幸存的几率微乎其微，中华白海豚也被称为“海洋中的大熊猫”。

沿途景色迷人

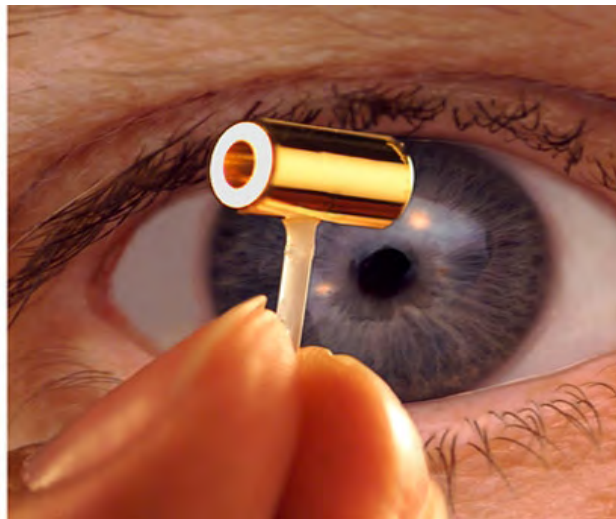
为尽力保护这些遭受威胁的珍贵生物，珠海市专门建立方圆 180 平方英里的中华白海豚保护区。中国现存白海豚数量约为 2000 头，超过一半生活在珠江口。建设者还将竭力确保不会对该地区造成任何污染。侯赛因表示：“大屿山赤腊角机场附近将建设一条海底隧道。你不能将有高塔的桥建在机场附近。这条海底隧道将是世界上最长的。”

每个桥墩高 557 英尺(约合 170 米)，奥雅纳公司设计团队通过限制河中圆柱大小和数量，将桥墩对河口的影响降至最小程度。侯赛因说：“从香港机场出发，你将欣赏到沿途壮观迷人的景色。大桥跨越香港、珠海、澳门三地，全长约 48 公里。我们希望每座桥梁都有其独特面貌，同时在总体上又给人和谐、统一之美。”

港珠澳大桥已于 2009 年 12 月 15 日开建，第一期工程包括在珠海市附近建一个人工岛，这个小岛将成为通过港珠澳跨海大桥进入澳门的海关。该工程将建设两个人工岛。当前，多数人都选择渡轮从香港前往澳门，但他们不能携带车辆，而这种交通方式在夏日台风季节易受影响，所以，港珠澳跨海大桥将大大促进两座城市之间的商务客流。

(吴锤结 供稿)

世界最大激光器“国家点火装置”有望年底聚变点火



在国家点火装置中进行聚变实验，这一过程共分为两个阶段。首先，激光束将被发射进这个被称为空腔的金属圆柱体的两端，该空腔中有一个聚变燃料球。在大约 15 纳秒的时间内，空腔的温度将达到 330 万摄氏度，从而引起 X 射线密集爆发。这种爆发将目标物质内核压缩到聚变反应所需的密度，从而使物质发生了内爆现象。

北京时间2月2日消息，据英国《新科学家》网站报道，美国劳伦斯—利弗莫尔国家实验室科学家近日利用世界上最大的激光器“国家点火装置”进行的一项实验取得了重大突破，实验中激光束成功地将目标物质压缩成球体。这次实验的成功标志着国家点火装置正在向实现聚变反应点火的目标迈进。

据了解，国家点火装置如果实现聚变反应点火，它所产生的能量将比激光所输出的能量要多得多。在国家点火装置中，激光被用来加热聚变燃料球直到其爆炸。在这一过程中，燃料球内核被加热和压缩，最终达到核聚变所需要的高温 and 高压。

此前的实验大都被不规则的内爆现象所干扰，这种不规则内爆浪费了大部分的输入能量。但是近来，美国劳伦斯—利弗莫尔国家实验室科学家布莱恩·麦克高文所领导的研究小组已经成功地利用国家点火装置将目标物质压缩成球体，而不是压缩成薄烤饼形状或者其他畸形的形状，从而为将来的聚变尝试铺平了道路。拥有192束激光束的国家点火装置于2009年开始正式投入运营。

研究小组所使用的目标物质并没有包含聚变反应的关键成分(即氢的两个同位素氘和氚)。但是，这些目标物质的对称内爆现象表明，国家点火装置应该能够以1.2至1.3兆焦耳能量的激光脉冲点燃聚变反应，这一能量远远低于国家点火装置所能够达到的1.8兆焦耳的全部能量。国家点火装置负责人杰夫·卫索夫表示，“根据从实验中所看到的结果，我们认为我们正在迈向聚变点火的路上。”

去年，研究人员逐步地提高了激光的输出能量，并最终达到了超过1兆焦耳的总能量。现在，他们又在10厘米厚的铝靶室里增加了新的设备，并且安装了巨型水泥门，用以容纳在未来聚变实验中所产生的中子。

数月后，科学家们将开始测试一系列新目标，用以评估激光束的交互作用和压缩能力。如果一切顺利的话，在今年年底他们可能会尝试聚变点火实验。

(吴锤结 供稿)

大型强子对撞机将长期运行 有望发现上帝粒子



大型强子对撞机



大型强子对撞机揭开宇宙起源之谜

北京时间2月4日消息，据国外媒体报道，欧洲核子研究中心(CERN)发言人詹姆斯·吉利斯2月3日表示，在最新一轮实验中，大型强子对撞机(LHC)项目科学家可能会揭开物质质量之源的谜团。大型强子对撞机此次将不间断运行近两年时间，直至2011年底。

大型强子对撞机是世界上最大、最昂贵的科学设施，将于本月早些时候再度启动。吉利斯在接受媒体采访时表示，科学家或能在这次实验期间揭开希格斯玻色子的庐山真面目。希格斯玻色子的特性难以捉摸，被称为“上帝粒子”，科学家认为它是物质的质量之源。苏格兰物理学家彼得·希格斯在30年前曾表示，希格斯玻色子或许能解释物质如何聚在一起，创造宇宙及宇宙万物。

吉利斯在谈到希格斯玻色子时说：“只要它确实存在，我们发现它的几率将相当大。”据吉利斯介绍，大型强子对撞机这次将运行18至24个月，在此期间它将给科学家带来丰富的信息和数据。大型强子对撞机是一座位于瑞士与法国边界、日内瓦近郊的粒子加速器与对撞机，作为国际高能物理学研究之用，由欧洲核子研究中心负责管理。

即便大型强子对撞机不能揭开希格斯玻色子神秘面纱，这并不意味着它不存在。经过第一次的长期运行和历时一年的停工准备，大型强子对撞机可能会再次在最高能级启动。吉利斯说：“要想捕获希格斯玻色子，这或许是我们所需要的能量强度。”大型强子对撞机于2008年9月首次启动，但在长达27公里的地下环形隧道发生爆炸后被迫关闭。

这台对撞机旨在推动以相反方向高能运转的粒子撞击。数十亿次撞击将产生大量数据，以供欧洲核子研究中心和全球各地一万名科学家研究和分析，每一次撞击都会产生类似于137亿年前宇宙大爆炸发生瞬间的状态，有助人类进一步探索宇宙起源之谜。宇宙大爆炸喷射的物质最终形成了恒星、行星和地球生命，但希格斯理论认为，只有在希格斯玻色子这样的粒子将物质聚集在一起，赋予其质量，上述一幕才有可能发生。

大型强子对撞机2009年底大约运行了两个月，令粒子束在地下隧道撞击产生了2.36万亿电子伏特(TeV)的能量，这也是质子流对撞能级的最高纪录。上周，在法国小城夏蒙尼召开的会议上，欧洲核子研究中心的物理学家、工程师和项目经理决定长期运行大型强子对撞机，冬天也不关停。

吉利斯表示，如果一切按计划顺利进行，对撞产生的能量最终将达到7万亿电子伏特。到明年年底，大型强子对撞机将再次关闭12个月之久，以便工程师可以对环形隧道进行维护，安装大量新设备，为接下来的新一轮对撞实验做准备。下一轮对撞实验可能在2013年开始，目标是产生14万亿电子伏特的能量。

(吴锤结 供稿)

美国物理学会年度流体运动作品展获奖作品揭晓

北京时间2月3日消息，美国《国家地理》网站新闻刊登了一组图片，均是美国物理学会最近举行的年度流体运动作品展获奖作品。这些获奖照片和图片呈现的景象包括泛起涟漪的肥皂膜、畸形的气泡、油滴与酒精形成的倒置酒杯形状以及冯·卡门涡街现象。

1.肥皂膜上泛起涟漪



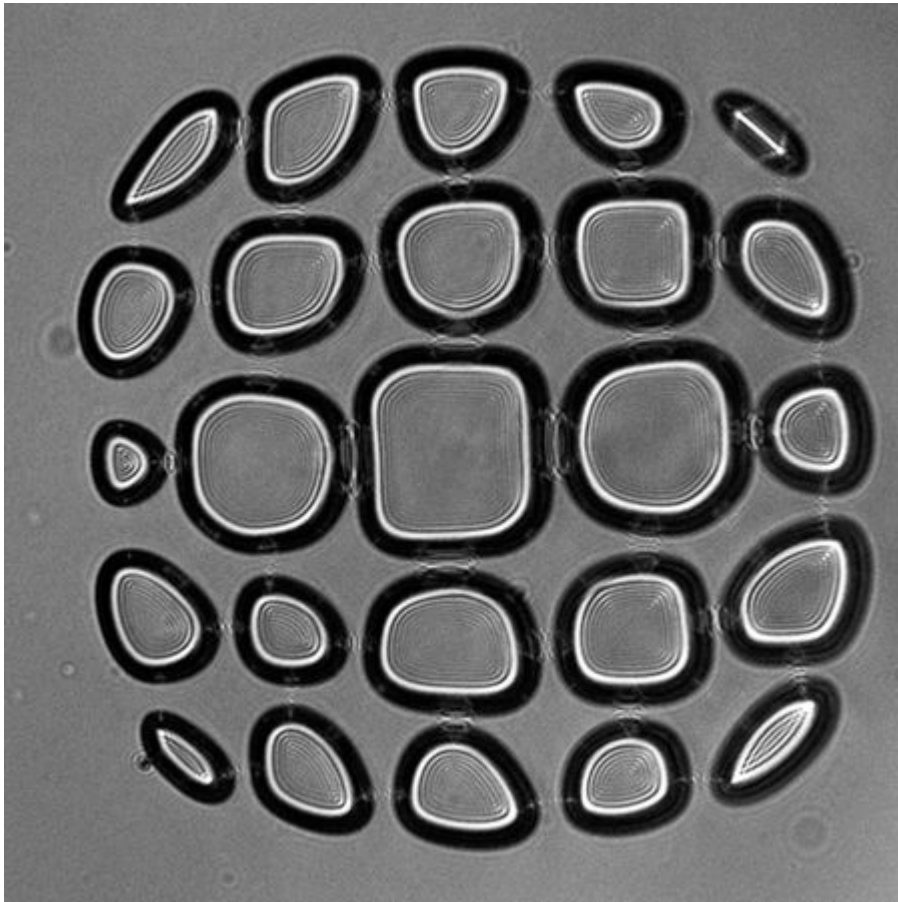
肥皂膜上泛起涟漪(图片提供: Teis Schnipper, DTU, via APS)

照片展示的是肥皂膜上泛起的涟漪，让人不免联想到手持风扇产生的气流。在美国物理学会(以下简称 APS)最近举行的流体运动作品展上，这幅作品荣获年度最佳作品大奖。为了拍摄这幅照片，丹麦科技大学的一支小组在肥皂膜上方拍打一个金属薄片形成微风，让肥皂膜的流动呈现出“美丽的蝴蝶形状”。

每一年，APS 流体动力学分部都会在年会期间举行流体运动作品展。APS 网站称：“这场展览为人们呈现了计算性或者实验性研究过程中获得的令人吃惊的图片和视频，它们展示了奇妙的流体流动现象。”

基于艺术性、原创性以及传递信息的能力，评委会挑选出最杰出的参展作品。获胜者名单刊登在《流体物理学》杂志上。2009年11月22日至24日，这幅照片以及下面其它4幅获奖作品在明尼阿波利斯会议中心展出。

2. 畸形的气泡



畸形的气泡(图片提供: Cavitation Lab, SPMS Nanyang Technological University, via APS)

APS评出的2009年年度最佳流体运动作品共有5幅，这幅由新加坡南洋理工大学拍摄的照片便是其中之一。图片中的气泡由于撞击彼此的邻居呈现出畸形，25个气泡是利用激光脉冲在流体中同时产生的。

在这种排列方式下，中部气泡内的气压与周围流体几乎相同，这就允许气泡在破裂前变得更大。但由于周围流体压力更大，外部气泡几乎立即破裂。这幅照片是在施加激光脉冲6微秒后拍摄的，拍摄时边缘气泡已经开始破裂，中部气泡也几乎达到所能达到的最大体积。

3.油滴与酒精形成的倒置“酒杯”

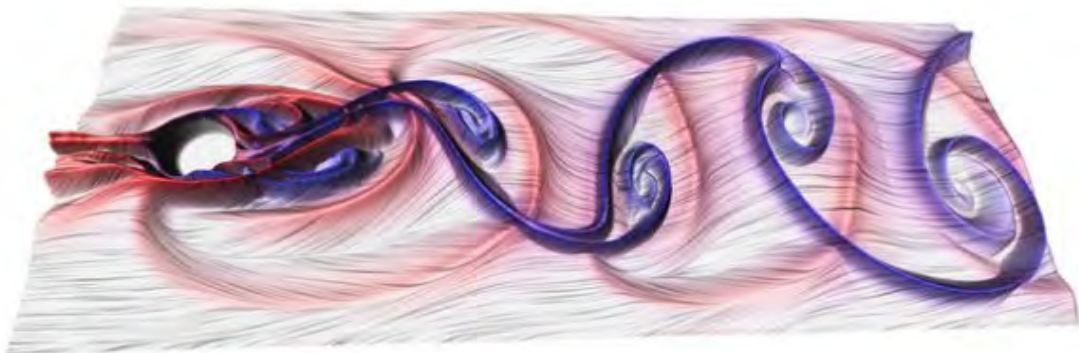


油滴与酒精形成的倒置“酒杯” (图片提供: R. R. La Foy, J. Belden, A. M. Shih, T. T. Truscott, & A. H. Techet via APS)

APS 2009 年年度最佳流体运动作品之一。图片中, 一个直径 3 毫米的油滴遭遇外用酒精, 形成倒置的酒杯形状。这幅照片由麻省理工学院的一支小组拍摄, 利用光线从两侧照射油滴形成我们现在看到的景象。

油和酒精让光线发生偏向的程度存在差异, 因此油滴边缘显得更为明亮。由于油的密度高于外用酒精, 油滴得以穿过酒精并在此过程中形成这种与众不同的形状。与此同时, 油又可以在酒精中溶解, 因此油滴会在下落过程中慢慢消失踪影。

4.冯·卡门涡街现象



冯·卡门涡街现象 (图片提供: Jens Kasten Christoph Petz Ingrid Hotz Gilead Tadmor, Bernd R. Noack, Hans-Christian Hege via APS)

这幅二维电脑合成图片是 APS 2009 年年度最佳流体运动图片之一，所呈现的景象让人联想到从空中看到的河谷。实际上，它是一张图解，用来描述所谓的冯·卡门涡街现象。这种现象以匈牙利空气动力学家西奥多·冯·卡门涡街的名字命名。

当气流在一个物体周围流动时，冯·卡门涡街便会出现，气流会在物体后方分裂成一系列尾流和旋涡。图片中的这个物体是一个中空圆柱。这幅图片由柏林祖斯研究所、柏林理工学院以及东北大学的科学家制作。他们表示，蓝紫色区域是尾流相遇的地方，红色区域内的气流将随后分裂。

5.翼尖旋涡



翼尖旋涡 (图片提供: Harris, Miller & Williamson via APS)

APS 2009 年年度流体运动作品展获奖作品，以图片的方式展示现代飞行面临的其中一个风险——翼尖旋涡。飞行中，飞机的翼尖会形成一对以相反方向旋转的旋涡——循环气流形成的气阱，对飞机机翼施加向下的力。当飞机靠近地面时，这些最初的旋涡能够形成二次旋涡，对其它处于飞行状态的飞机构成潜在威胁。

目前，康纳尔大学的一支研究小组已经研发出一项新技术，能够让这些看不见的旋涡显现出来。具体是指利用一对扁平物模拟飞机机翼，在地面挖一个染料池，而后利用激光让气流旋涡发光。在这幅图片中，红色圆环代表最初的旋涡，萤光绿圆环则代表二次旋涡。图片下半部的映像是地面发生反射所致。

(吴锤结 供稿)

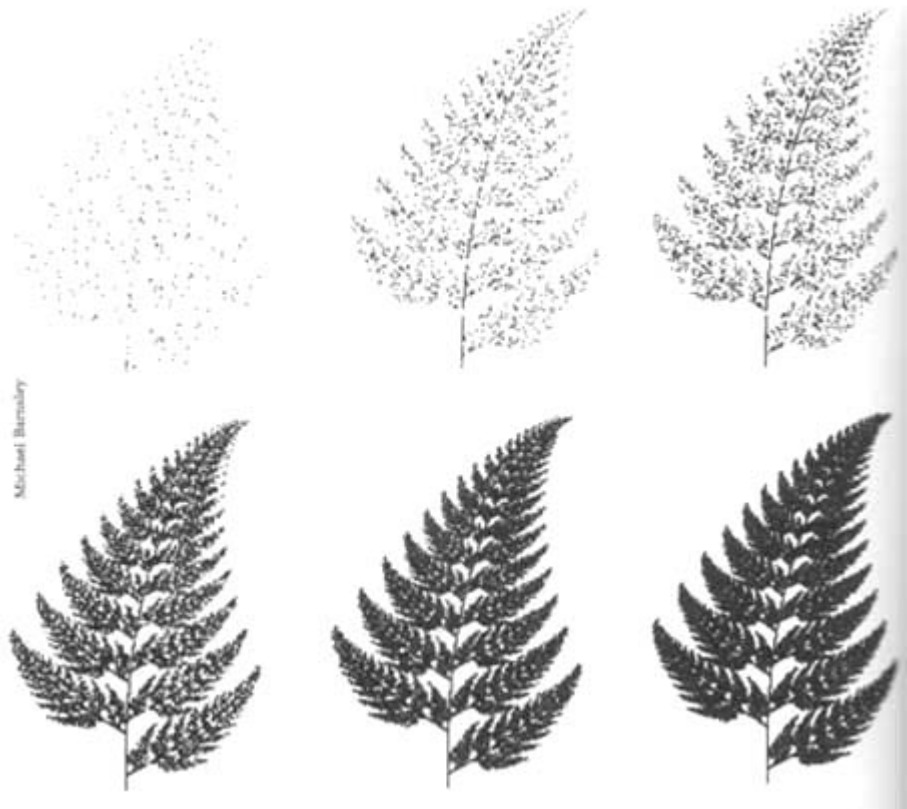
Naturally Occurring Fractals

(including plants, rivers, galaxies, clouds, weather, population patterns, stocks, video feedback, crystal growth, etc.)



The geometry of Fractals brings us a new appreciation for the natural world and the patterns we observe in it.

Many things previously called chaos are now known to follow subtle fractal laws of behavior. So many things turned out to be fractal that the word "chaos" itself (in operational science) had redefined, or actually for the FIRST time **Formally Defined** as following inherently unpredictable yet generally deterministic rules based on nonlinear iterative equations. Fractals are unpredictable in specific details yet deterministic when viewed as a total pattern - in many ways this reflects what we observe in the small details & total pattern of life in all it's physical and mental varieties, too



FRACTAL FERN: One very simple way to understand fractals and the meaning of "iteration" is to examine a

simple recursive operation that produces a fractal fern thru a "chaos game" of generating random numbers and then placing them on a grid.

After a few dozen repetitions or ITERATIONS the shape we would recognize as a Perfect Fern appears from the abstract world of math. How and Why can this be?

The answer to why is that it Simply IS - and it's quite surprising too!

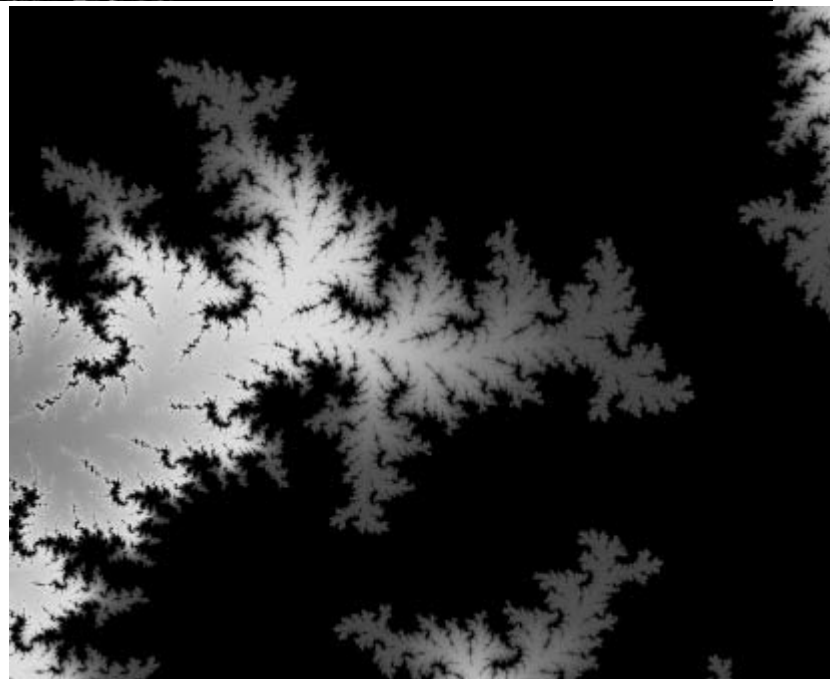
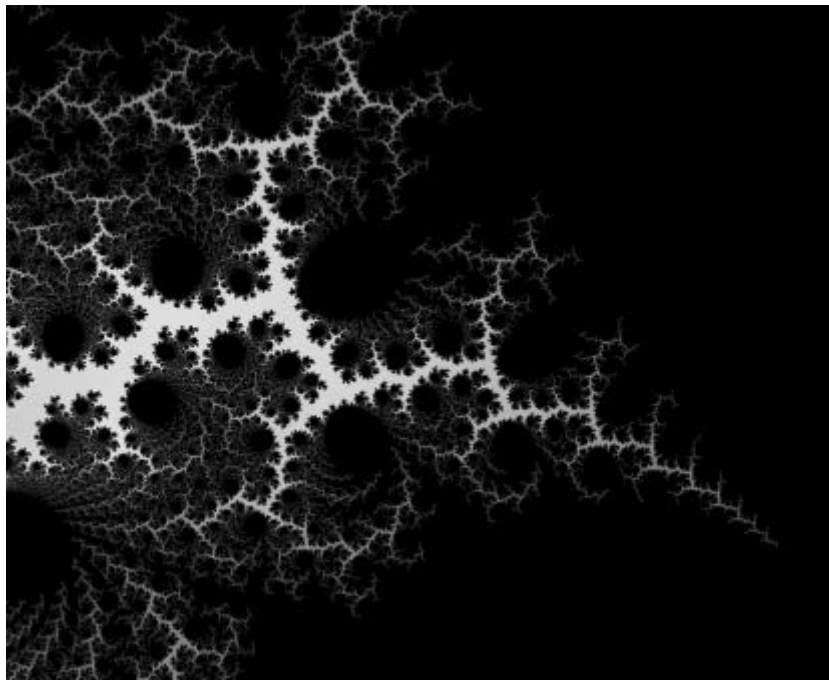
Answering How is that nature always follows the simplest & most efficient path. Fractals are maps of the simplest paths sliding up the scale of Dimensions (from 2-D to 3-D and so on). So maybe it's simply an artifact of nature's elegance that we find exact correspondences between these inherently existing mathematical forms and natural patterns, and even living creatures of many types.

Fractals in nature are ubiquitous - clouds, plants, galaxies, shells and more.

Fractal Mountains In Tibet Fractal Rivers in Savannah, Georgia



[Mandelbrot set](#) area displaying dendritic branching like river erosion patterns



Fractal Growth Pattern of a Leaf

Pattern from Electrical Discharge

Chaotic Fractal Branching

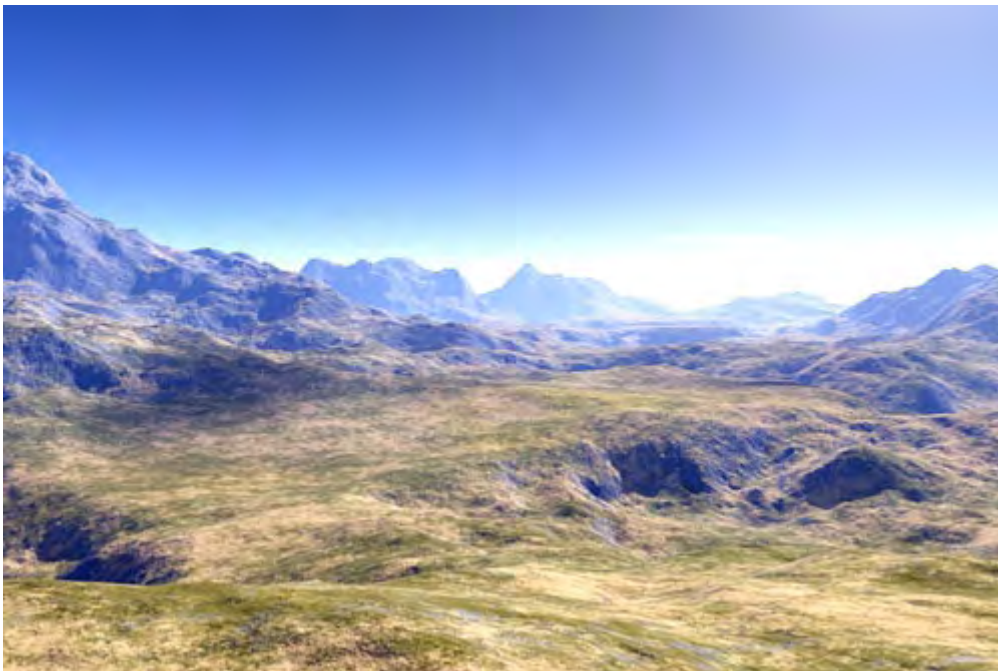


Edible Fractals: Romanesco (a cross between broccoli and Cauliflower, which accentuates the great fractal spiral patterns on the top. Tastes a-ok too)
Fractal Patterns in a Hydrothermal Spring



Natural Fractal Landscape: this view of valleys and river basins displays beautiful capillary fractal dendritic branching.

Digital Fractal Landscape made of 100% Math
Mountains & Pastures by "ostrich"



Natural Cloud Spiral Fractals photograph, not digital



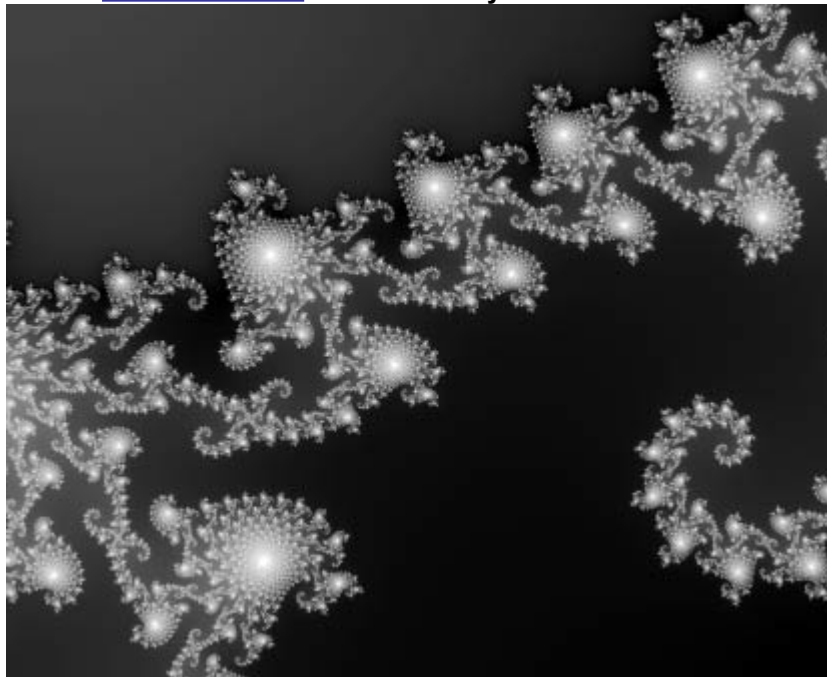
Fractally Generated lanscape - tranquil snow-capped mountains



Natural Cloud Spiral Fractals photograph, not digital



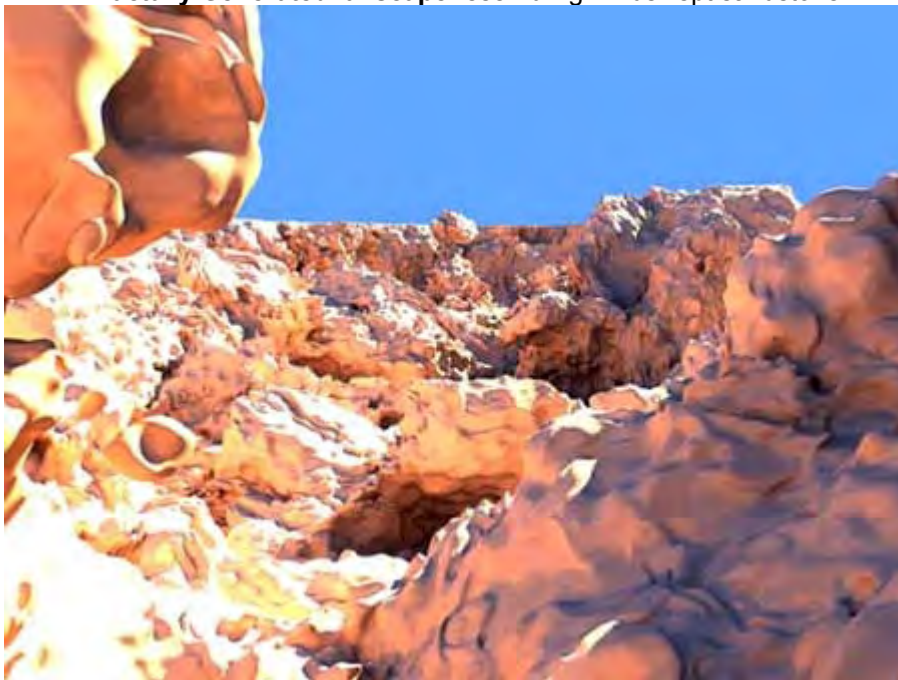
Mandelbrot Set 'Saehorse valley' with similar swirls



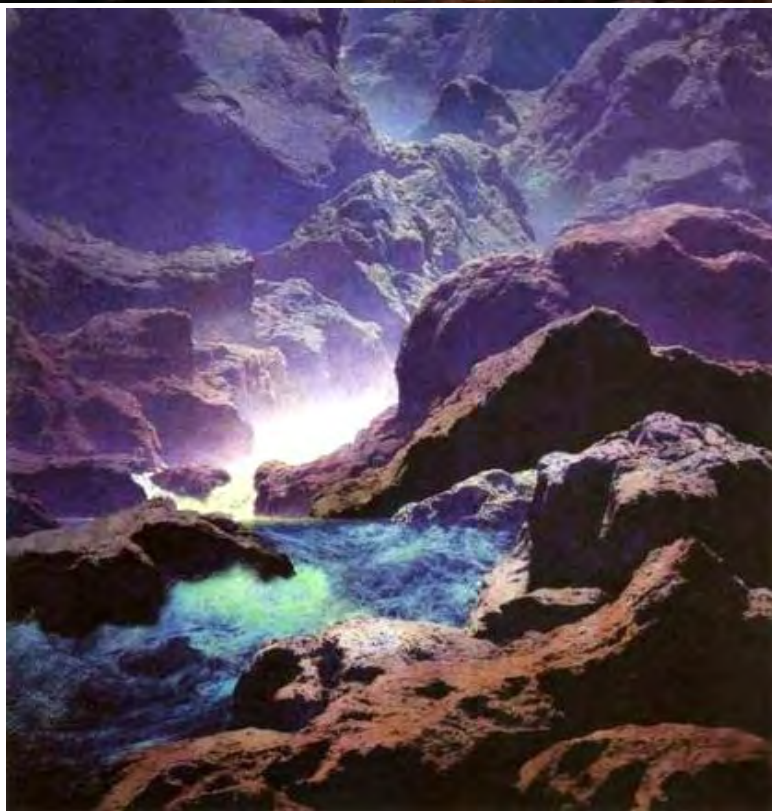
Natural Cloud Fractals photograph, not digital



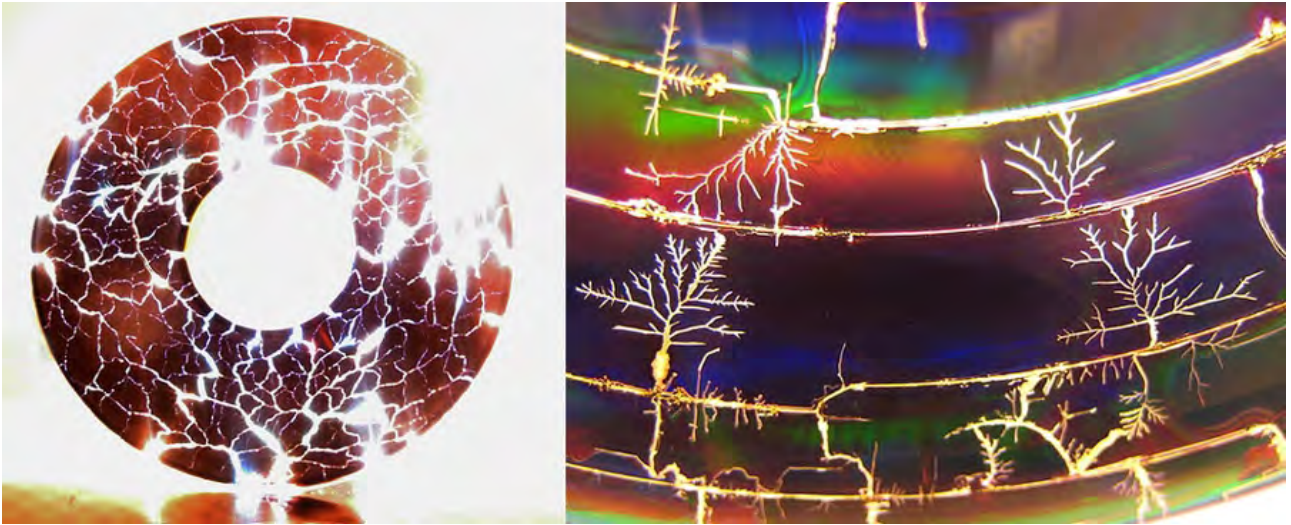
Fractally Generated lanscape resembling windswept sandstone



Natural Fractals are visible in these landscapes painted by Maxfield Parish (1870--1966)



Below: Fractal Electric Discharge Patterns Generated by Placing a CD into a Microwave for approximately 4 seconds!!



Lightning Strikes and Electrical Discharge creates fractal formations called Lichtenberg figures on rocks, grass, wood or even people!

From Tennessee's Oak-Ridge Laboratory Museum "This particular Lichtenberg Figure was created by exposing a rotating lucite cylinder to the electron beam. When the cylinder was discharged by striking one end with a grounded rod, the electrons created a three dimensional Lichtenberg Figure. Size: 12.5 " long, 2" diameter



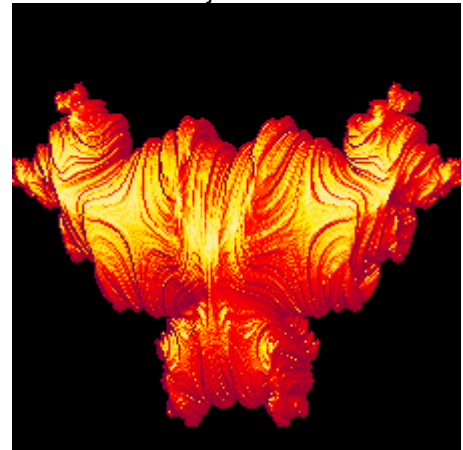
Lichtenberg Figures on a Patient Due to a Lightning Strike
by Yves Domart, MD, and Emmanuel Garet, MD,



3D FRACTALS

Familiar Forms; looking like waterspouts, roots, clouds, and dragons. to the LEFT we see a simulated Oceanic-Scene with Fractal Seaweed and Coral composed from 3-d rendered IFS fractals.

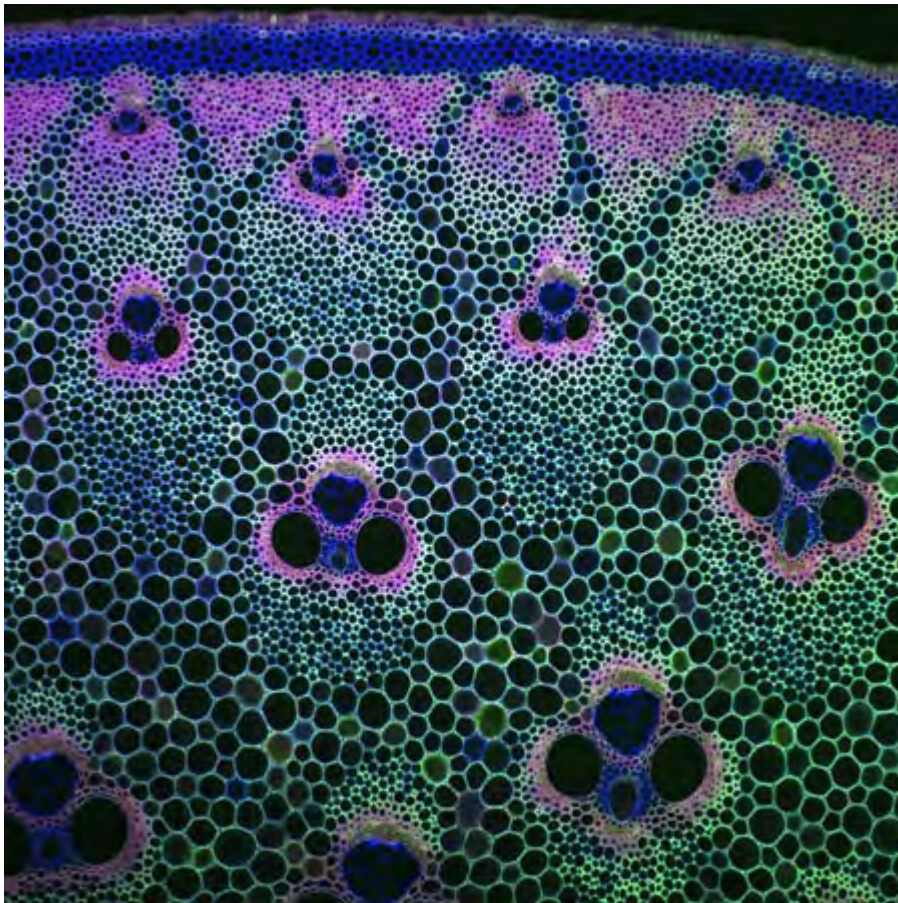
Below we see more amazing quaternion 4-D julia sets.



Ernst Haeckel drawings of Fractal Life Forms from the sea



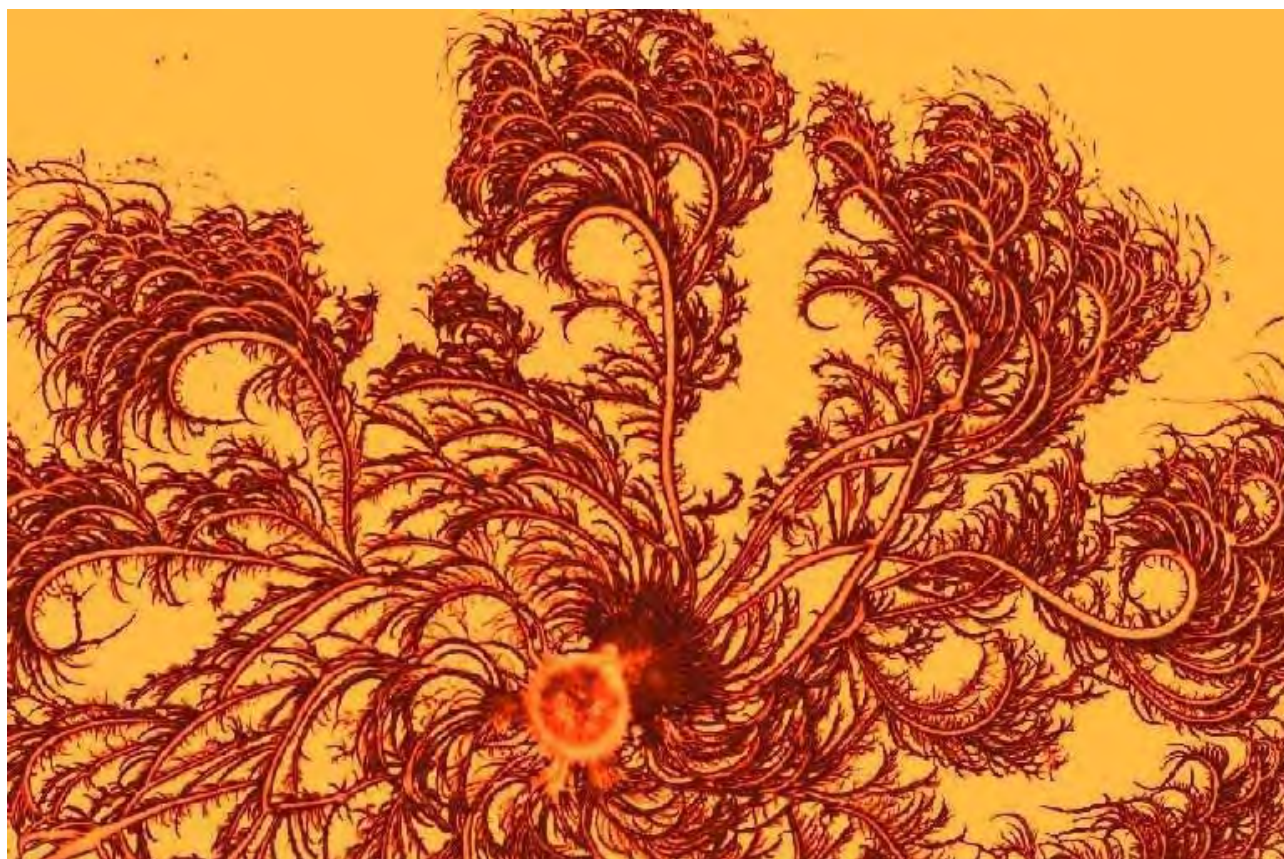
Cut into a Cabbage and you'll find a Fractal - Inside of a thin cross-section of wood stalk there is a circular Fractal



BELOW:
Virus, mold and bacterial aggregate colonies spontaneously assume Fractal Shapes
(from Science News)







(吴介之 供稿)

2009 年鸟类摄影比赛获奖照片揭晓

北京时间2月2日消息，据英国媒体报道，近日，2009年Birdguide 鸟类摄影比赛获奖照片揭晓。这些照片捕捉到鸟儿的美丽，展现了它们高超的飞行技巧，同时也显示出摄影师卓越的摄影技术。以下是获奖照片。

1. 海鹦空中悬停



海鹦空中悬停

这张神奇的照片是摄影师凯文·杜·罗斯在英国诺森伯兰郡法恩群岛拍摄的。如图所示，照片显示的是一只嘴中塞满了小鱼的海鹦在空中悬停。评委称赞这张照片有很好的对称性。

2. 短耳猫头鹰



短耳猫头鹰

这张由詹姆斯·伍兹拍摄的照片之所以入选获奖照片，是因为评委认为该照片“非常和谐，令人不忍移走目光”。评委们还认为这张照片的质量高得“令人震惊”。照片显示的是，一只短耳鸮静静站立在篱笆墙の木桩上。短耳鸮俗称短耳猫头鹰。

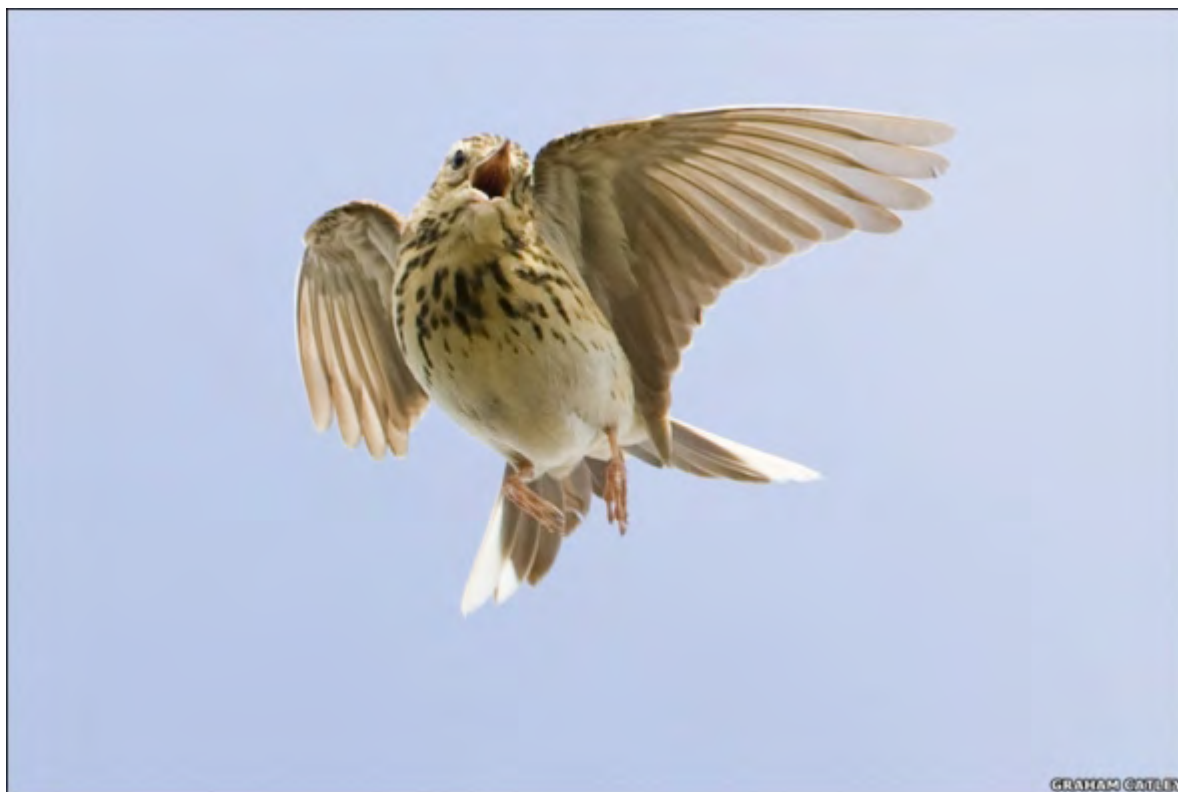
3. 俯冲的塘鹅



俯冲的塘鹅

一日，摄影师保罗·西里昂在海峡群岛奥尔德尼岛的海岸上，看到一大群塘鹅在空中盘旋、朝海面垂直俯冲。他按下照相机快门，拍下了这张照片。蔚蓝色的海水和天空融为一体，海天一色，评委对此大加赞誉。

4. 树云雀



树云雀

尽管这张照片中的树云雀并不如其他获奖照片中的鸟类富有魅力，但是它却完美地捕捉到树云雀的空中姿态，反映出这只小鸟要不顾一切护卫自己的“领土”。照片是由摄影师格雷汉姆·凯特利在兰开夏郡拍摄的。

5. 斗鸡



斗鸡

这张照片赢得了本次摄影比赛的第一名，显示了在春天两只公野鸡激烈地打斗。摄影师理查德·贝德福德某日独自一人外出，在诺福克郡幸运地观看到两只公野鸡打斗，并拍下了这张获奖照片，最终在众多参赛作品中脱颖而出。

6. 红隼追逐仓鸮



红隼追逐仓鸮

如图，这张由摄影师马克·汉考克斯拍摄的照片显示了一只红隼在追逐一只仓鸮。仓鸮口中叼着一只老鼠。

7. 相映成趣



相映成趣

在一个静谧的早晨，一只罕见的乌雕(greater spotted eagle)安静地站立在卡塔尔一个湖泊中，其身影倒映在水中。

8. 准备着陆的野鸡



准备着陆的野鸡

在英国北安普敦郡 12 月的金色阳光中，一只野鸡展翅飞在半空。这只鸟儿直视着照相机镜头，似乎正准备着陆。照片是由摄影师约翰·贝茨拍摄的。

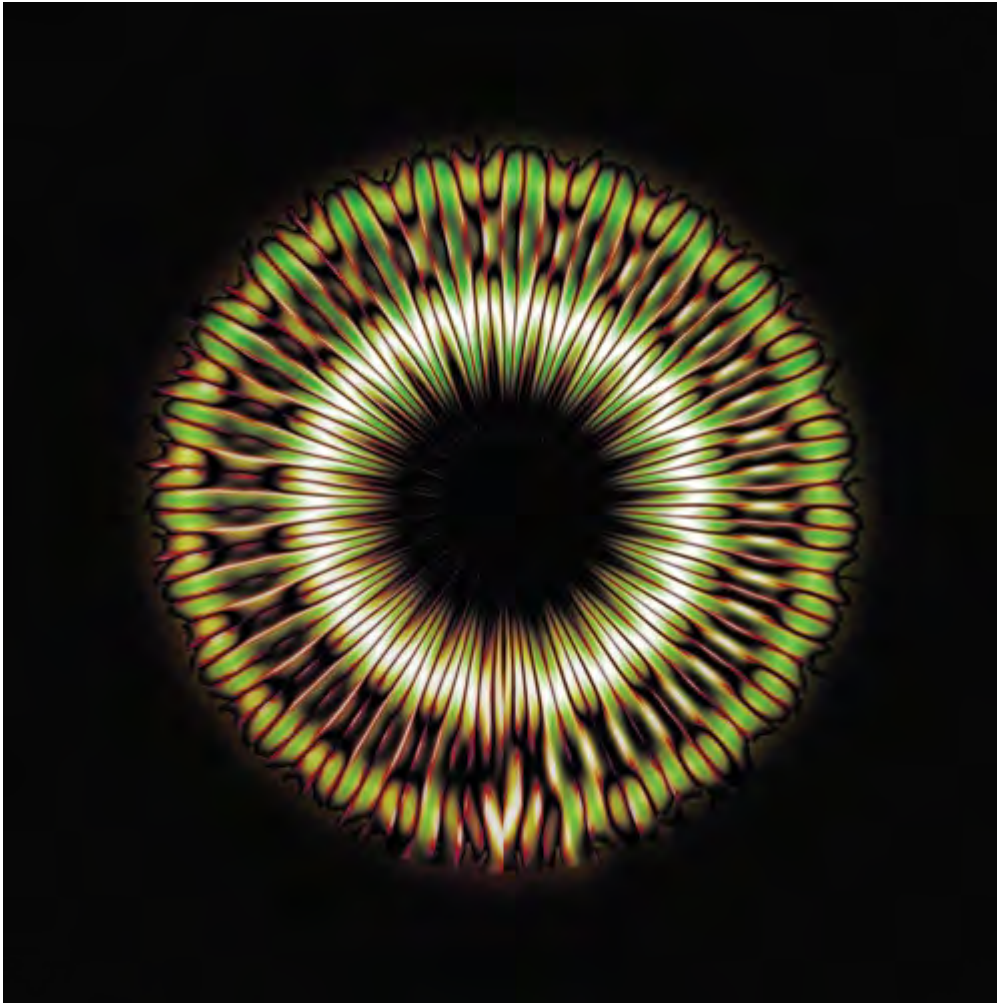
(吴锤结 供稿)

工程师使鲸之歌可视化 让声音“看起来”很美

北京时间 2 月 2 日消息，据英国《新科学家》网站报道，在浩瀚的海洋中，除了惊涛骇浪的怒吼之外，其实还有优美动听的歌声。鲸类和海豚都是海洋中著名的歌唱家，它们的歌声不仅仅优美动听，而且“看”起来也赏心悦目。近日，声学工程师马克·费舍尔利用一些

特殊的技术将鲸类和海豚的歌声变成一种可视化的美丽图案，而且该技术可以比传统的鲸之歌可视化技术捕获更多的声音信息。

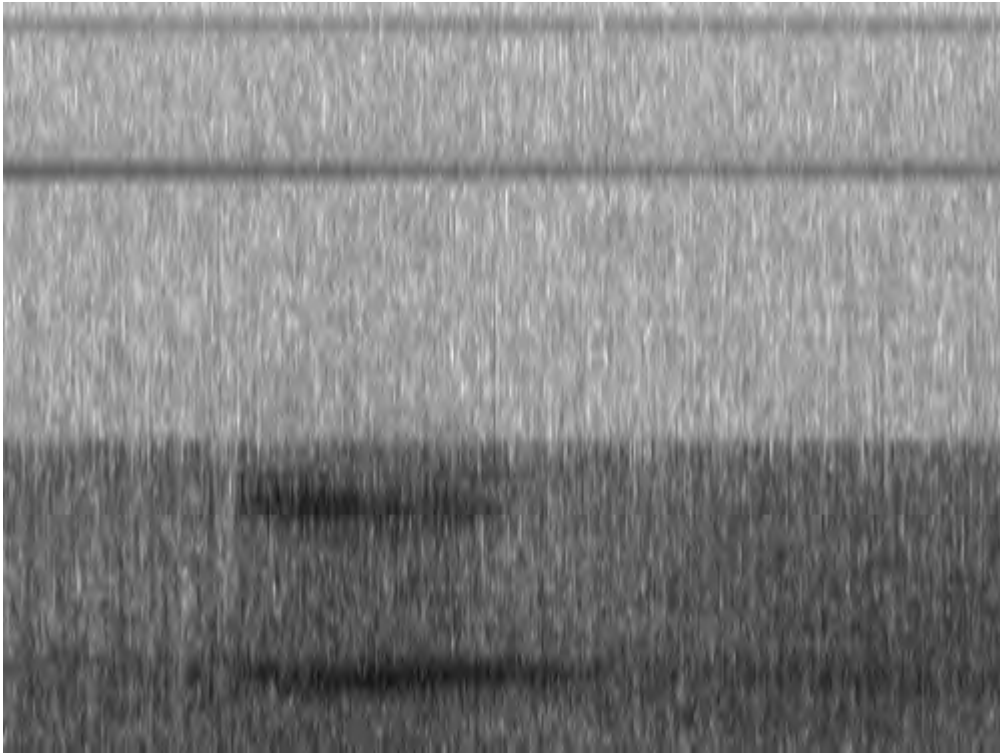
1. 座头鲸呻吟声



座头鲸呻吟声

这是费舍尔利用声学技术将座头鲸交配时的声音中的低频率呻吟声和哭声按逆时针方向以可视化的图形展现出来。本图所表达的声音录音于夏威夷。点击下面链接可收听座头鲸交配时的声音。[\[音频\]](#)

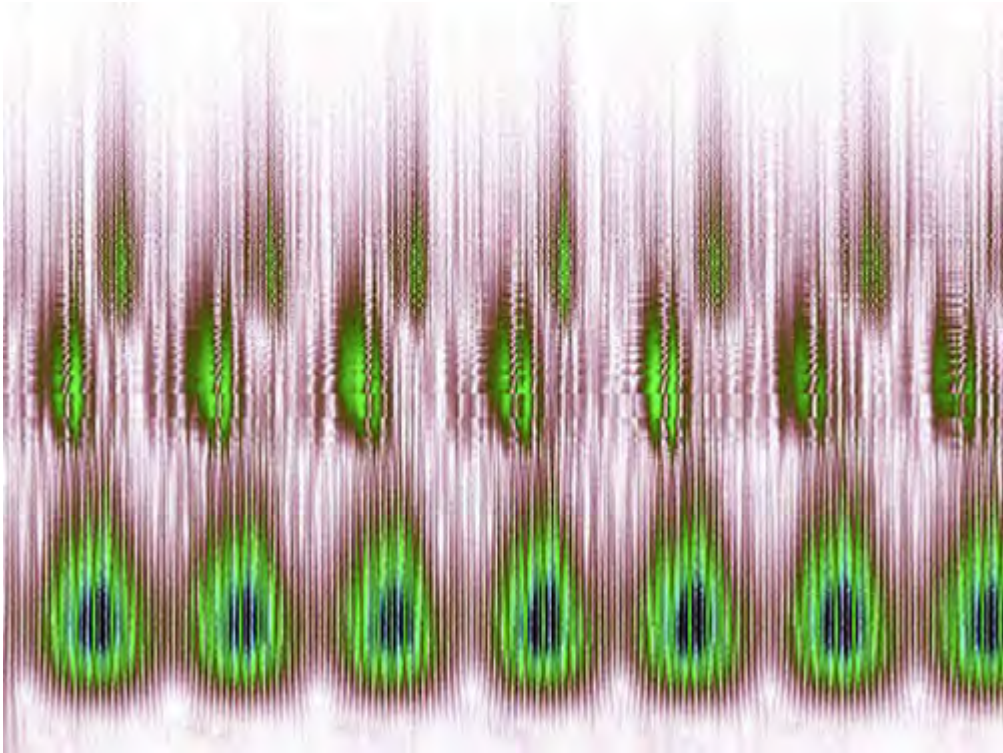
2. 小须鲸歌声声谱的傅立叶转换图



小须鲸歌声声谱的傅立叶转换图

为了识别动物的物种，海洋生物学家通常通过绘制动物歌声的声谱图从而将声音可视化。本图是小须鲸大声呼叫时声音的逆时针频率图。原始的声音通过一种被称为“傅立叶转换”的数学过程转换成正弦频率分量。傅立叶转换通常能够较好地描述重复的、持续性的噪音，但是不适合用来转换某些物种发出的断音。鲸类和海豚的歌声在音调、音量和长度方面变化很多。在本图中看到的这种线性光谱，就是来自小须鲸的“啾嚶”呼叫声，其中一些细节已经被抹去，一些单独的脉冲也已无法分辨出来。点击下方链接可收听小须鲸的“啾嚶”呼叫声。[\[音频\]](#)

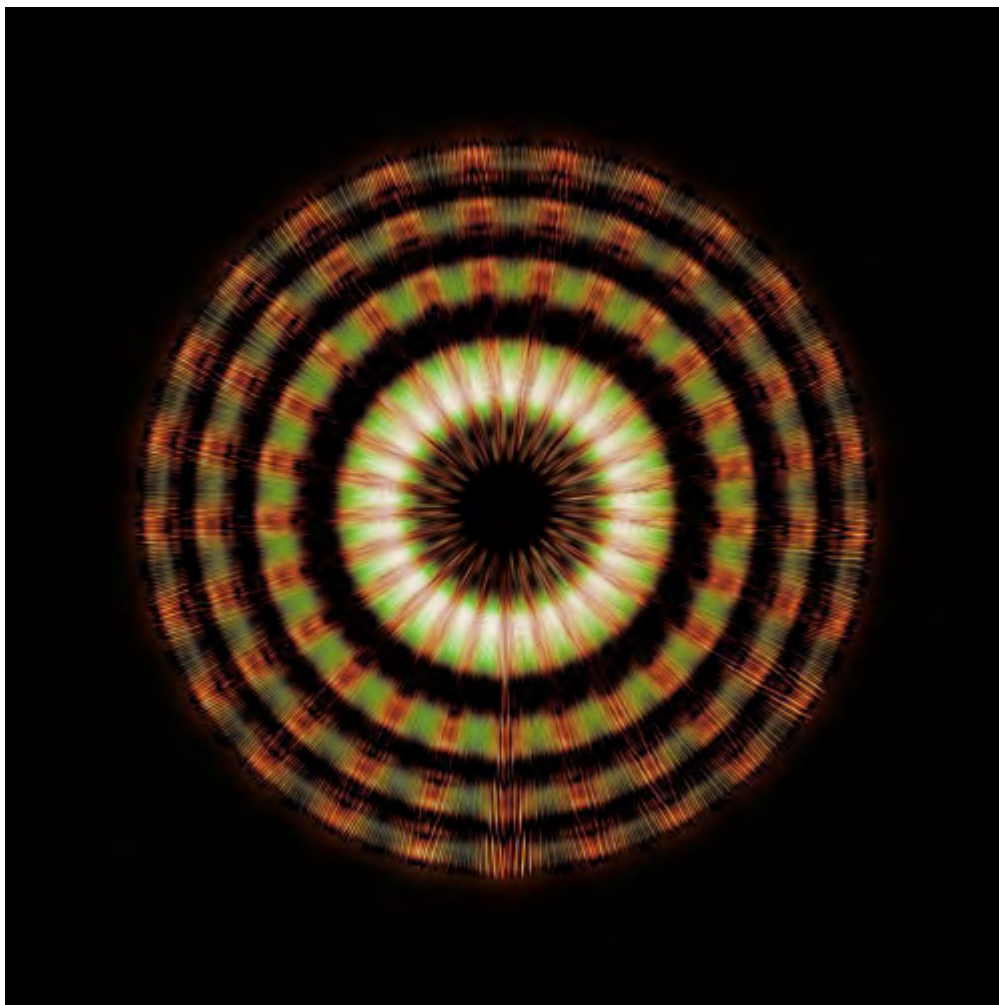
3. 小须鲸歌声声谱的小波转换图



小须鲸歌声声谱的小波转换图

费舍尔更喜欢利用一种不太常用的数学过程对声谱进行转换，这个数学过程就是被称为“小波转换”的过程。本图显示的同样是小须鲸的“啾嘤”呼叫声，但是从图片中可以明显看出小波转换比傅立叶转换的正弦波更适合捕捉鲸类的声音。图中的绿点所代表的脉冲一个个都更加清晰。费舍尔表示，“傅立叶转换通常使用的比较多，因此它已成为人们在研究声音时的唯一转换方式。但是，对于鲸类来说，它们的声音可以实现很多事情，这些都是普通光谱图中看不到的。”

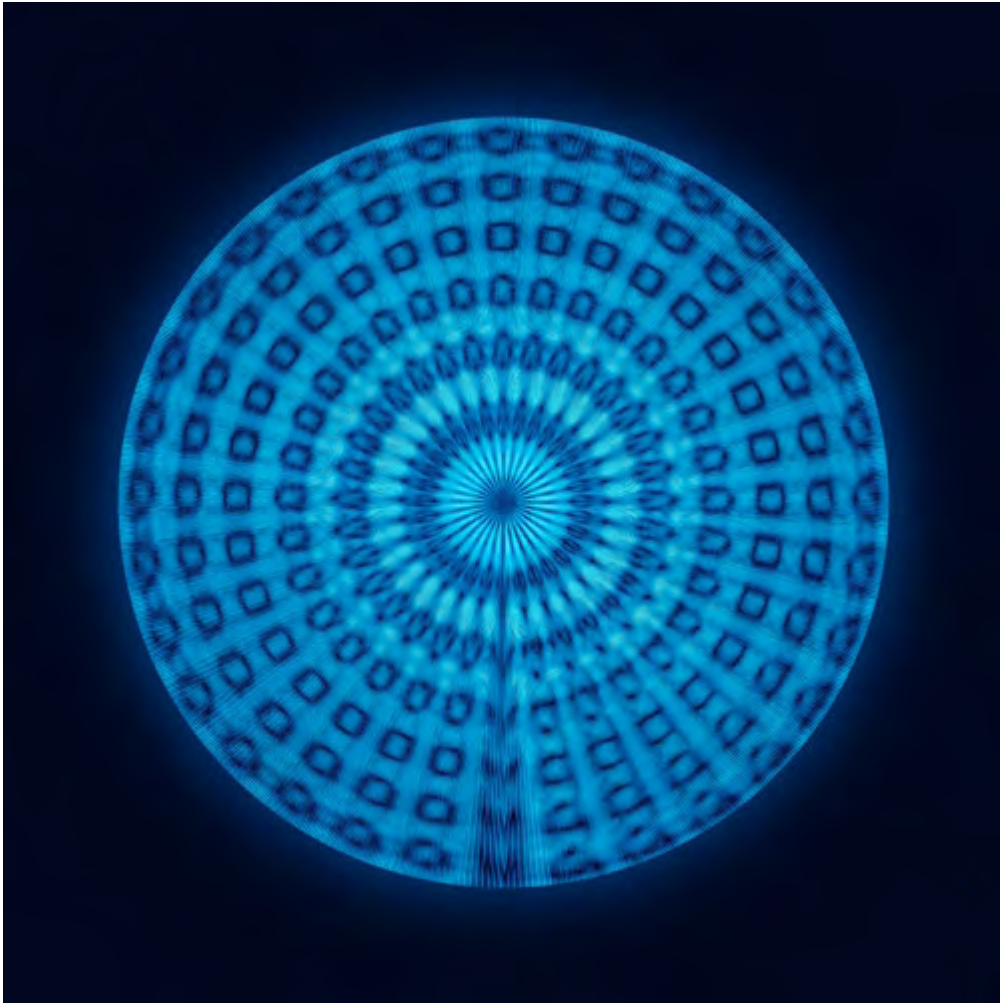
4. 小须鲸歌声



小须鲸歌声

本图同样是小须鲸歌声的可视化效果图，但是此前的线性图案已被绘制成一圈圈的圆环形。费舍尔有时还会对自己获得的声音图片进行再制作，比如他有时将声音图片层层堆叠从而产生花朵图案，有时将声音图案进行里外翻转或放大，从而产生特定的图案效果。不过费舍尔表示，他更喜欢声音的原始形状。本图所示的声音由美国加利福尼亚州西南渔业科学中心的研究人员录制。

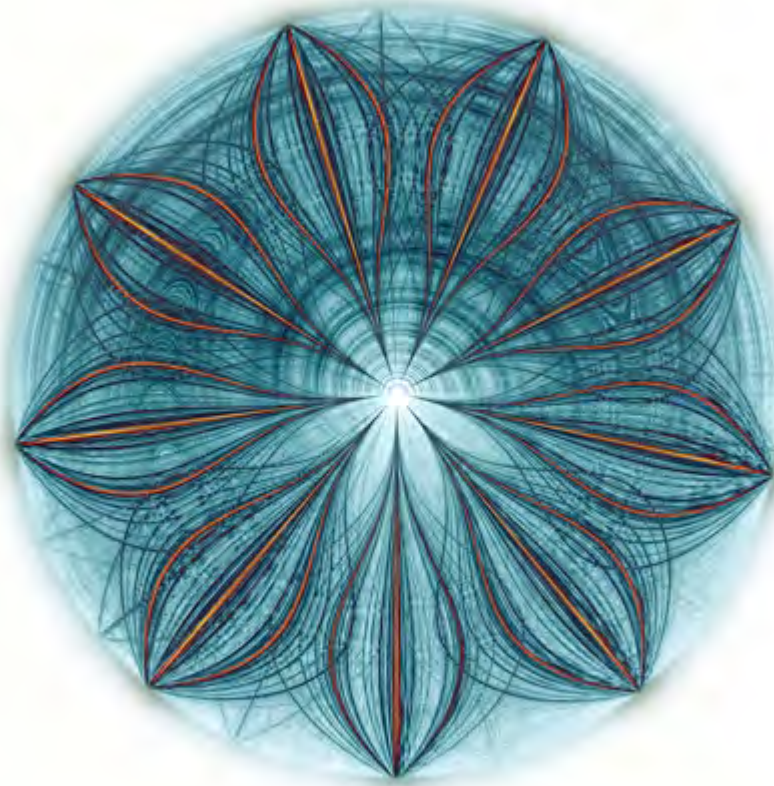
5. 小须鲸歌声



小须鲸歌声

本图是相同的小须鲸歌声经过不同的小波转换产生的可视化效果图。由于有数百种小波类型可以使用，因此费舍尔选择了其中最能表达小须鲸歌声或是最能产生理想的审美效果的一种。

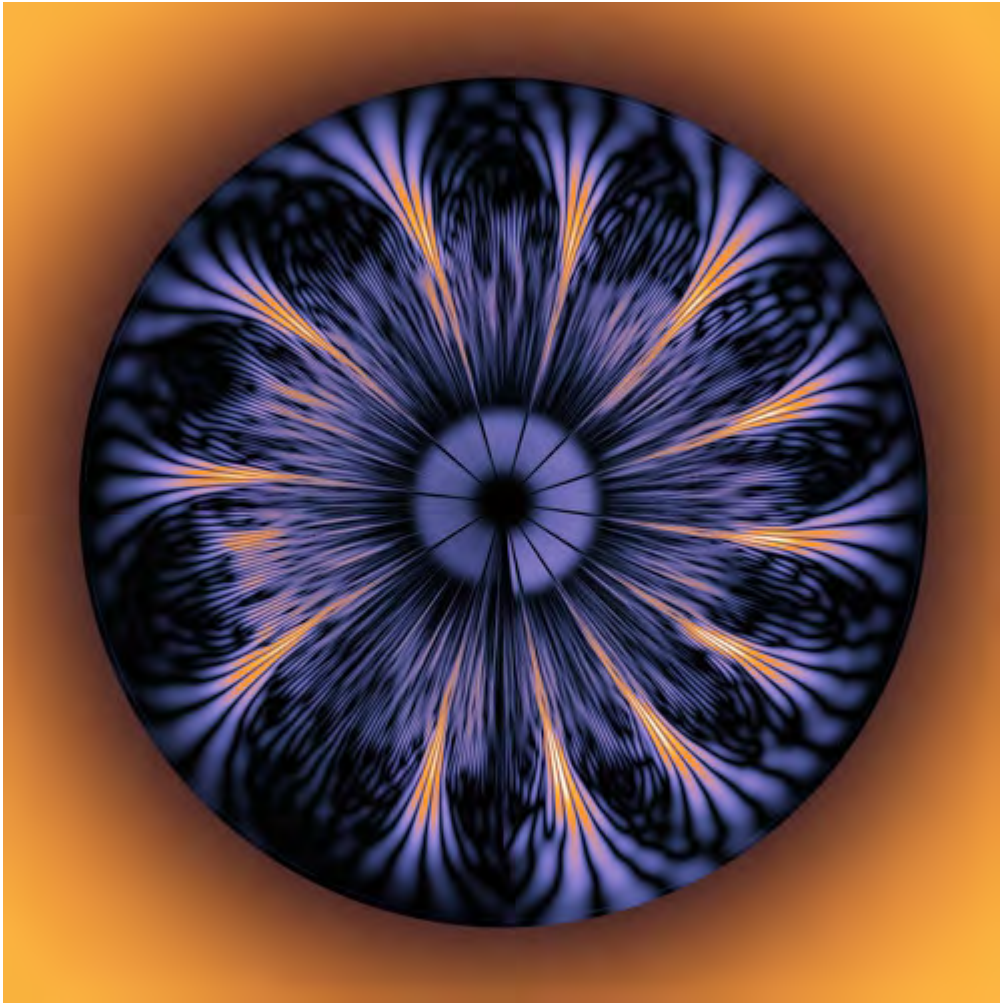
6. 花斑原海豚歌声



花斑原海豚歌声

本图是由一只花斑原海豚的叫声所形成的图案，声音录制于北大西洋亚述尔群岛海域。这只花斑原海豚既会发嘀嗒声，也会发出口哨声。其中，嘀嗒声由向外辐射的直线来表达，粗的黑线代表口哨声。这些声音音量较低，可能还有来自其他海豚的声音。点击下面链接可收听花斑原海豚的歌声。[\[音频\]](#)

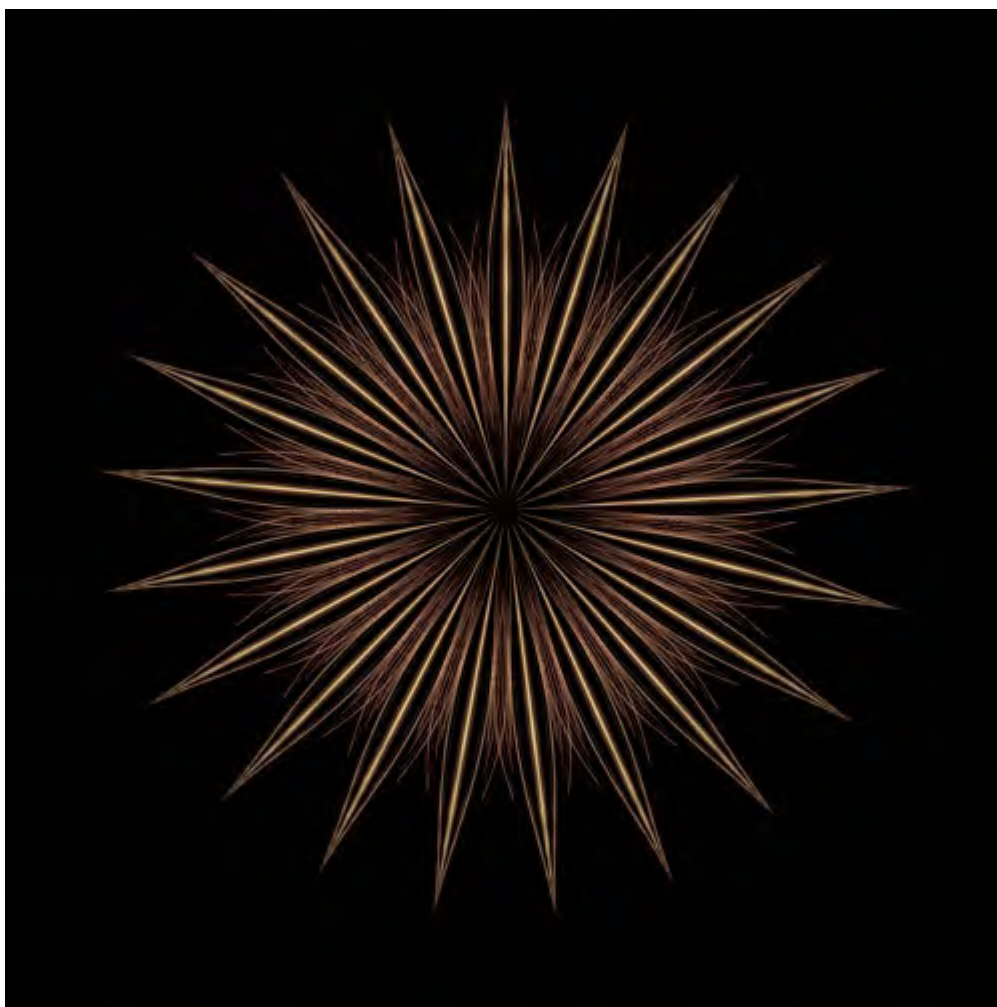
7. 伪虎鲸歌声



伪虎鲸歌声

本图所示的是伪虎鲸的歌声，声音录制于北大西洋亚述尔群岛海域。伪虎鲸的名字前之所以多了一个“伪”，就因为它们与海豚的关系比与虎鲸的关系更近。它们的歌声中包含了各种不同的高频率嘀嗒声、口哨声和尖叫声，这些声音主要用于回声定位和相互通讯。在本图中，可以看到它们是如何同时发出嘀嗒声和口哨声的，其中嘀嗒声是径向辐线，而口哨声则是图片中央模糊的部分。点击下面链接可收听伪虎鲸所发出的声音。[\[音频\]](#)

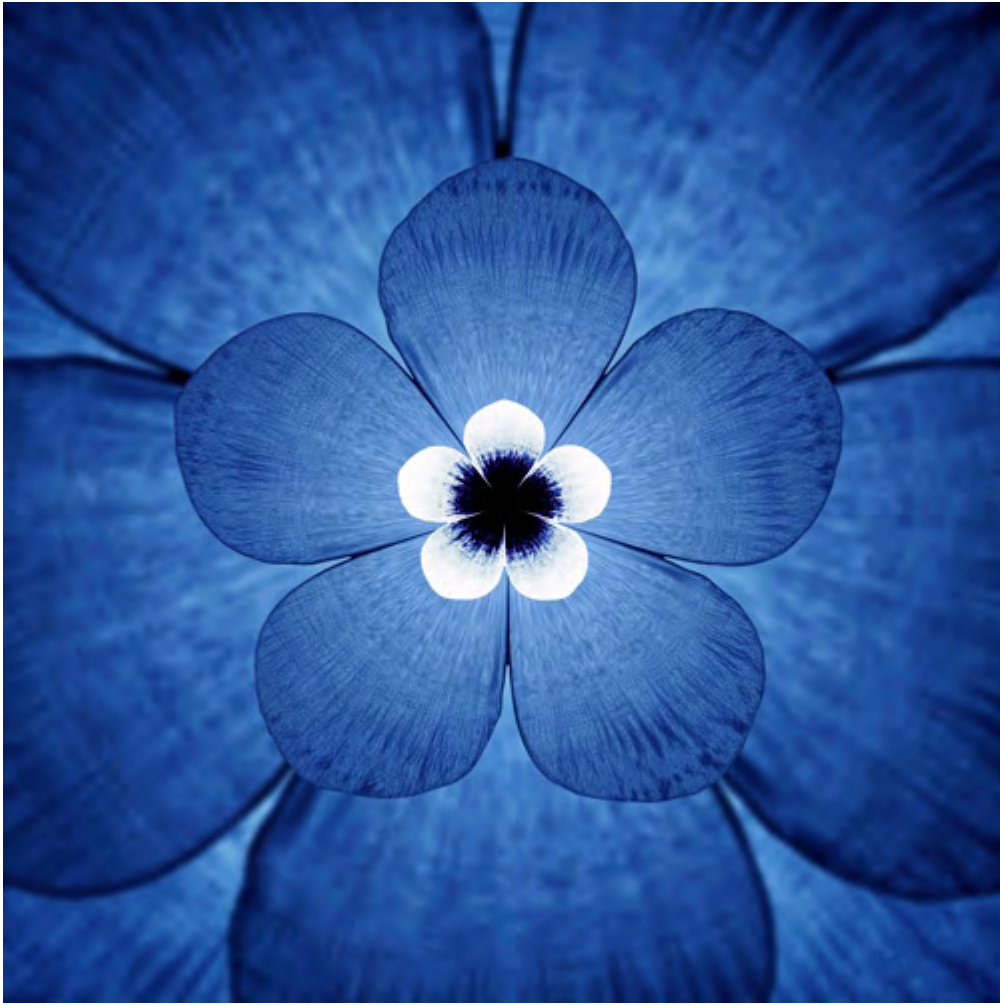
8. 白吻斑纹海豚嘀嗒声



白吻斑纹海豚嘀嗒声

本图表达的是由白吻斑纹海豚所发出的嘀嗒声。它们发出这种嘀嗒声主要是用于回声定位，频率大约为15万赫兹。本图中的声音录音于冰岛附近的北大西洋中。点击下方链接可收听正在进行回声定位的白吻斑纹海豚所发出的嘀嗒声。[\[音频\]](#)

9. 白吻斑纹海豚嘀嗒声



白吻斑纹海豚嘀嗒声

本图所表达的声音与前一图相同，但费舍尔采用了不同的小波类型进行转换，并对转换结果进行再制作，从而形成了图中美丽的花朵图案。本图其实是一种合成图，“花朵”的每个花瓣分别是由录音中的不同部分的可视化图像所形成的。费舍尔把每一声音片段的图像层叠，旋转并改变大小，最终产生了本图的效果。

(吴锤结 供稿)

英国数千棕鸟群飞奇观 队形酷似乌龟鸭子



英国数千棕鸟群飞奇观



队形酷似橡皮鸭子



形成乌龟外形

北京时间2月3日消息，据《每日邮报》报道，成群结队的椋鸟素来以能在空中形成各种各样的形状著称。这一次，它们又向我们展现了这种非凡才能，一会儿变身“鸭子”，一会儿形成乌龟外形。

一天傍晚，太阳即将落山，天空泛起一片红色，椋鸟借助微风形成了难得一见的奇景。最新的椋鸟奇观是在英国萨默塞特郡汤顿和乌斯特郡托拉蒂尼(Tolladine)被发现的。它们飞经了英国许多地方，当椋鸟在乌斯特郡托拉蒂尼出现时，天空中形成了橡皮鸭的形状。这一奇景令专家吃惊不已。

当希尔玛·斯塔姆普和弗里德·斯塔姆普看到数千只椋鸟在屋顶出现时，这对夫妻被眼前的一幕惊呆了。过去几周，夫妻二人留意天空的时间累计数小时，希望看到椋鸟奇观。希尔玛说：“过去两周我们一直在注意椋鸟的动向，这真是令人难忘的奇景。”

“一开始，只有四五只椋鸟，但后来，椋鸟开始从四面八方赶来，形成多种形状。看到这一幕的确令人难以置信。当你从电视上看到这一奇观，你没看到椋鸟从四面八方赶来——至少来自六个地方，这确实是奇景。”

椋鸟在飞行中形成球状紧凑队形，并在接下来扩大和收缩，不断变换形状。一大群椋鸟在称为“轱式觅食” (roller—feeding)的做法中一起觅食：鸟群后面的椋鸟不断飞到前面去寻找食物。这种有组织的觅食方法意味着每只鸟都可以变成头鸟，同时还能密切注意捕食者来袭。

据英国皇家鸟类保护协会(RSPB)的亚历克斯·约翰逊(Alexis Johnson)介绍，鸟群大规模出动的确是极为罕见的奇景。他说：“看到椋鸟以这种不可思议的队形飞行，这是令人难以置信的景象。椋鸟就像鱼群一样飞行，行动始终保持一致。鉴于椋鸟数量近年来有所减少，这种奇景会越来越罕见。”

(吴锤结 供稿)

《连线》：数学研究者用函数解构现实美景

格拉齐亚诺是美国罗切斯特技术学院 (Rochester Institute of Technology) 数学和摄影系的一名学生，她将图形和相应的方程式覆盖在通过精心构图的照片上。她说：“我想创造一些东西，可以让每个人知道数学真的是很棒。”

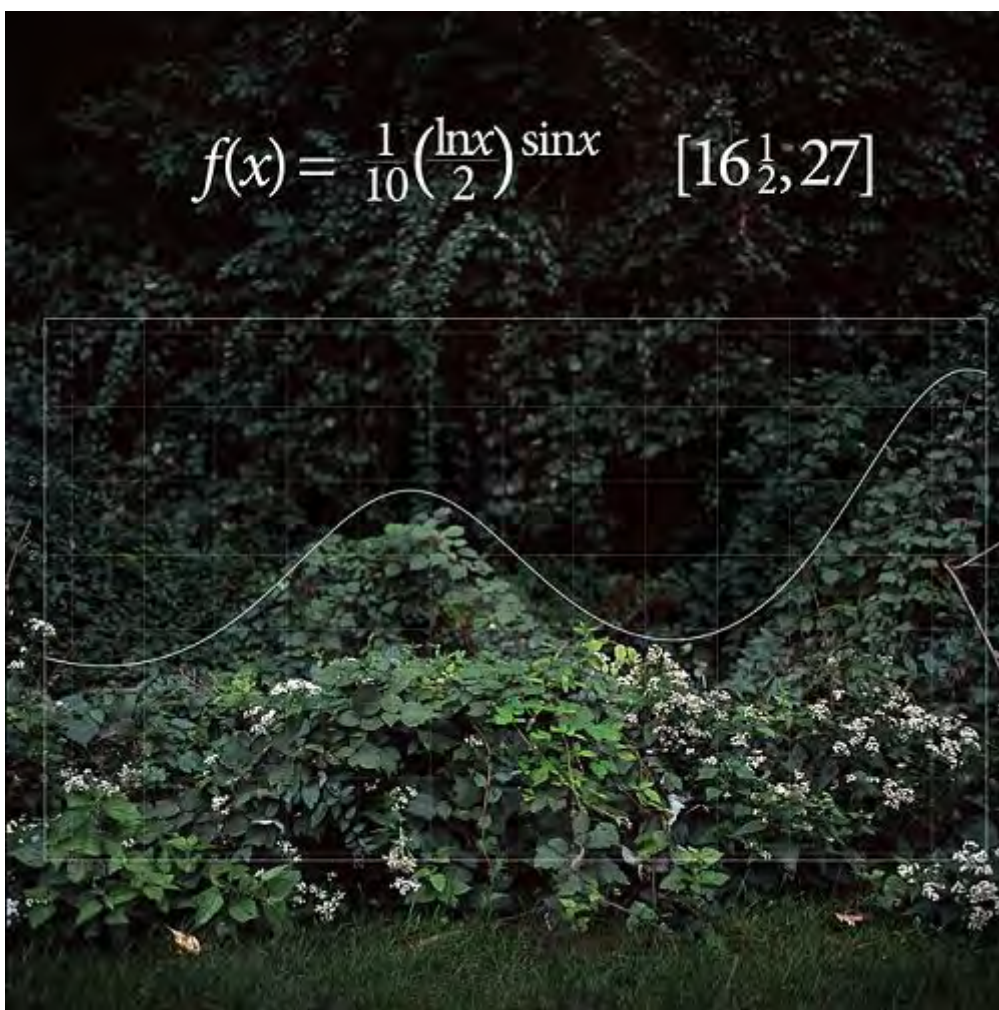


图1: 这个三角函数用图形表示, 将产生周期性变化的高峰和低谷, 与格拉齐亚诺在植物中看到的天然曲线相吻合。(摄于2008年10月)

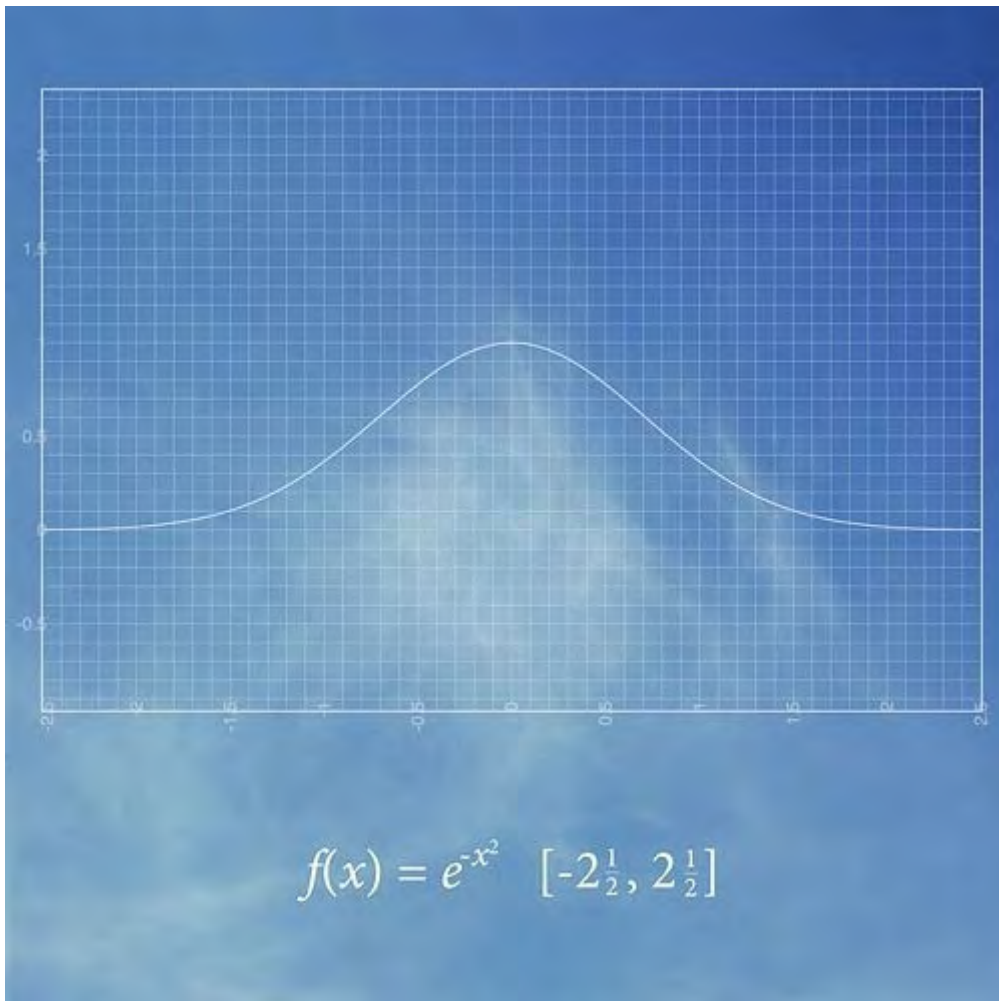


图2: 格拉齐亚诺在谈到这个天空中的钟形曲线时说: “这是一个非常著名的函数。”
(摄于2009年6月)



图 3: 格拉齐亚诺说, 去年春天到处是积雪时, 她不禁拍了类似这张照片的一些照片。
(摄于 2009 年 4 月)

网易探索 2 月 4 日报道 还记得当年学的正切余切么? 其实这些抽象的数字公式在自然界里, 都能够找到它们的图形。《连线》杂志最近就刊发了一组这样的艺术照片, 它完美地将生活中的景物与各种函数匹配重叠起来, 形成了独特的智慧乐趣。

这些作品, 是来自美国的尼克·格拉齐亚诺 (Nikki Graziano) 创作的。格拉齐亚诺是美国罗切斯特技术学院 (Rochester Institute of Technology) 数学和摄影系的一名学生, 她将图形和相应的方程式覆盖在通过精心构图的照片上。她说: “我想创造一些东西, 可以让每个人知道数学真的是很棒。” 格拉齐亚诺每次出去拍摄时并没有带着特定的函数, 而是让这些函数自己出现。一旦她拍到她喜欢的图像, 格拉齐亚诺很快测得数据, 并得出相应的函数, 然后对函数进行稍稍调整, 直到函数的曲线与图像完全对齐。



图 4: 格拉齐亚诺说, 大自然讲一种语言, 有时这语言非常复杂——象这个函数, 其图形与这个沙堆的形状相吻合。(摄于 2009 年 3 月)



图 5: 好莱坞正进入 3D 时代, 格拉齐亚诺也不甘落后。她大胆进入三维空间, 绘制出曲面表示植物的轮廓。这个曲面是一个双曲抛物面。



图 6：这个函数描述了一个周期变化的正弦曲线的 3D 表现形式。

(吴锤红 供稿)

那些降落在凡间的空间技术应用

提起空间技术，人们的第一印象往往都是尖端、先进和神秘，其实许多航空航天领域的技术，已经被应用在了我们的日常生活中。

空间探测器穿过浓浓的大气降落在了泰坦星的表面上，而在千里之外的地球上，一台机器正在给炸薯片装袋。在接到欧洲航天局（ESA）的电话之前，格奥尔格·库伯瓦尔纳从来没有想过他最喜欢的零食和土星最大的卫星之间有什么共同之处。

库伯瓦尔纳在德国拥有一家名为 [Hyperschall Technologie Göttingen](#) 的公司，该公司的主要业务就是为 ESA 等机构的航天器进行风洞测试和空气动力学的计算。这次 ESA 提出了一个不寻常的要求：公司的科学家和工程师们能不能从日常工作中抽点时间出来，设计一种更快的炸薯片封装方法？库伯瓦尔纳的团队一口应承了下来。最后，他们发现了一种更精巧地方法，利用气流的空气动力学原理来加速生产线上薯片的移动，使封装的速度提高

了 50%。

ESA 为这样一个 100%与空间探测无关的行业进行技术改造，这听上去可能有点奇怪。不过这事儿从经济学的角度倒是说得通。ESA、NASA 和 JAXA（日本宇航探索局）等机构每年都在研究领域投入了数十亿美元的资金，他们拥有世界上最好的技术和设施。正因如此，位于荷兰诺德韦克的 ESA 技术转让办公室才有了用武之地。弗兰克·萨尔斯格伯是这个机构的负责人。“我们让纳税人花的每一分钱都物超所值。”他这么形容自己的工作。

NASA 为航天器防护而发明了特氟龙，为在零重力下固定物品而发明了维可牢魔术贴，为了改善循环水的口味而发明了果珍……这些都只是美丽的神话。不过确实有很多来自航天工业领域的技术在我们的日常生活中扎下了根。本文就将告诉您，这些技术是如何从冷冰冰的外太空降落人间的。

萨尔斯格伯的工作是推销航天科技的应用，他具有销售人员所应具有的一切优点——光彩照人、能言善辩、自信满满。他对 ESA 各个实验室的工作了如指掌，同时又具有敏锐的目光，能够发现可以应用这些技术的地点。他和手下的“空间技术销售商”在整个欧洲大陆来回穿梭，为那些想要用空间技术解决问题的公司穿针引线。他们每年大概可以做成二十几笔这样的技术转让生意。

萨尔斯格伯团队推销的绝大多数“产品”都不落俗套。最显眼的东西怎么都卖得掉，因此，太空技术销售商们就得“榨干柠檬里的最后一滴水”，充分挖掘技术的潜力。不过通常被他们榨出来的东西都很令人印象深刻。

保罗·弗农是位经纪人，在位于达斯伯里的英国科技设施委员会为 ESA 工作。5 年前参观伦敦玛丽大学的实验室时，他发现了一座金矿。当时，工程师埃贾兹·胡克正在通过显微镜向他展示一些异乎寻常的太空应用小工具。只需要一点点电流产生的热量，双层塑料上的微型悬臂就可以弯曲一定的角度，精确地控制卫星上镜子的方位。就在那时，他的脑子里灵光一闪。

思考过可能的应用后，弗农建议胡克将其中的一个小装置放进液体里看看会发生什么。他们惊讶地发现，悬臂弯曲的角度和液体的粘稠度具有线性关系，而悬臂的弯曲度可以通过电子设备读出。“我当时的想法就是，一次性的黏度测定计可以卖给谁？”弗农回忆道，“随后我就想到了医药界。”

这是个很有远见的想法。心脏病和中风的高危人群需要定期检测他们的血液浓度，以便确定什么时候服用稀释血液的药物：血液过于粘稠的话就会结块，而太稀则会引起凝血障碍。全球的血液粘度计市场价值超过 10 亿美元，在这一前景的刺激下，弗农成立了一家名为 Microvisk 的公司，将这种太空用微型悬臂改造成了方便实用的手持仪器。Microvisk 的血液粘度计仍在研发之中，不过目前的临床实验已经表明，他们的设备在所有处在研发阶段的同类产品测定最为精确。

要说哪项空间技术在地球上应用最为广泛，那一定非 GPS 莫属。先不说 GPS 那些广为人知的应用（如车载卫星导航），洪水预测、危险排放物跟踪以及个体的碳足迹跟踪等等领域

都从卫星定位技术中受益匪浅。如果要评选 GPS 技术最超出常规而又有趣的应用，那来自德国的前技术支持人员安迪·勒琳的点子一定会上榜。

每到周末，勒琳都会和他的朋友们一边看电视上的一级方程式大赛一边在电脑上玩赛车游戏。“有人提议说‘要是能把这两样合二为一就好了’。”他回忆道，“这样我们就能和真正的 F1 赛手而不是电脑比赛了。”

勒琳对如何实现这一想法有了大概的思路。现代的 F1 赛车上都有大量的传感器，传感器记录了海量的关键数据，像是油门、制动、加速度等等，并将这些数据传送到后方。事实上，通过这一遥测系统提供的数据完全可以将赛车虚拟出来，虚拟出来的赛车就有可能通过网络被应用在实时的游戏中。唯一缺失的重要数据就是赛车所在的现实位置。尽管每辆赛车上都有 GPS，但 GPS 通常只能精确到 15 米左右，对游戏来说这是很大的误差。

绞尽脑汁的勒琳向萨尔斯格伯的团队寻求帮助。那时候，ESA 正在加紧研究精度更高的卫星定位系统，准备在不久的将来和美国的民用 GPS 系统一争高下，这一系统就是后来的“伽利略”。2006 年勒琳在一场地区性竞赛中胜出，得到了超过 8 万欧元的奖金来进一步将他的想法现实化。

随着伽利略卫星的升空，萨尔斯格伯的员工向勒琳提供了可以扫除之前障碍并纠正一些卫星定位错误的技术。一般的 GPS 系统在接收到几个轨道已知的卫星所发出的信号后就开始计算自己的位置。但大气波动会影响信号的传播速度，从而导致计算错误。为了避免这种失误，像 [OmniSTAR](#) 这种跨国机构都会通过接收所有 GPS 卫星的信号并计算平均值更正错误，然后再将结果发送给用户。

勒琳的新公司就使用了 OmniSTAR 的服务，公司一开张就收到了 2000 多位游戏迷的申请，他们都急切地想要尝试这一新技术的应用。萨尔斯格伯将这笔买卖看作自己最成功的作品之一。到 10 月份时，超过 5000 用户试用了这一软件的高性能跑车赛试用版。勒琳的团队也发现，他们可以将赛车的定位误差缩减到 10 厘米左右 ([real-timeracing.com](#))。勒琳目前正在与大型游戏制造商洽谈合同，相信在不久的将来，世界各地的电视游戏迷们就可以与路易斯·汉密尔顿（最年轻的 F1 世界冠军）同场竞技了。

在大西洋的另一边，NASA 也推广应用了不少太空技术的经典衍生品。其中最出名的可能就要数百得牌的尘土终结者真空吸尘器了。NASA 委托百得设计一款可以钻透 3 米深月面的高能效钻机。百得在此过程中研发的高能效解决方案使得他们造出了可以装在口袋里、靠电池驱动的吸尘器。

下面还有一个发生在德克萨斯州贝勒医学院的故事。几十年来，已故的外科医生迈克尔·德贝基一直在研究帮助孱弱心脏工作的人工血泵，他和乔治·农一起致力于对血泵的设计进行改良。1984 年时，农和德贝基为了拯救一位心脏病患者的生命而进行了一场器官移植手术。手术成功了，而这位康复出院的病人就是 NASA 的火箭工程师戴维·苏西尔。

苏西尔对火箭推进器上推送燃料的巨泵研究颇深，他还认识三个可以帮得上忙得 NASA 工程师。将这三位工程师介绍给德贝基和农之后，他们就开始了太空船“轴向涡流”泵的

研究。这种泵的管道里有一个带有螺纹的转轴。初期的测试中，红细胞在泵中都受到了破坏，但在大约 50 个改进方案之后，他们获得了一个在动物实验中效果良好的设计。

“NASA 对泵燃料经验丰富，但他们没有泵过血。”农说。

如果苏西尔因心脏病住院时德贝基和农的血泵已经研究成熟，那么他很可能根本就不需要心脏移植，只要安装一个血泵就好了（虽然心脏移植手术成功，但苏西尔在不久后因癌症而去世）。尽管如此，2003 年以来，已经有 400 多位心脏病患安装上了这种血泵。由于只有一个转轴且没有瓣膜，这种血泵的性能十分稳定，而且噪音也很小。最主要的是，它的体积很小，也就是说，儿童心脏病患者也可以使用。

在这个例子中，两位外科医生很幸运地遇到了可以帮助他们的专家，但事情并不总是这样发生。绝大多数这类成功故事的背后都有空间技术转让经纪人的身影。他们的任务就是将客户的难题与隐藏在一大堆可用技术之后的解决方案配上对，这不是一件容易的事。尽管可以查询网站、数据库和学术期刊，但通常解决方案都来自于经纪人日常所具备的知识。

“我的脑细胞只有这么多，这真让人沮丧。”NASA 位于得克萨斯州休斯敦市约翰逊宇航中心的创新型伙伴项目负责人米歇尔·布莱克说，“我真希望可以将我们所有的知识和信息都存在我的脑子里，这样我在外面与人洽谈的时候就可以对那些信息信手拈来了。”

幸运的突破

布莱克可以举出许多令人难忘的案例。在其中一个案例里，她向我们展示了宇宙飞船的对接技术如何帮助成千上万的用户不用戴眼镜和隐形眼镜就能视物。这种技术被称作 LADAR，它的原理和雷达差不多，都是通过计算脉冲到达一个物体并返回所用的时间来确定物体的大小。唯一的不同就在于雷达使用无线电，而 LADAR 使用激光。

LADAR 可以让飞船的对接精确到毫米。而对那些视力不佳的人来说，它最吸引人的地方就在于可以每秒接收数千次信号。通常情况下，医生在对病人进行激光眼科校正手术时使用视频摄像机来跟踪眼球的转动，以便使激光手术刀落在正确的地方。但病人的眼球有时候会痉挛性地快速转动，摄像头根本无法跟踪，这种情况下，医生只能取消手术。而 LADAR 的接收速率非常高，对付区区痉挛性眼动根本不在话下。

航天技术具有如此众多的应用衍生品（如图），因此政府部门在缩减航空机构的预算时实在是需要仔细衡量一下其影响的广泛性。尽管 ESA 的各个成员国都面对着经济衰退的窘境，但他们坚定地提出了下一年度 8 亿欧元的预算。相比之下 NASA 的日子就艰难多了。划拨给 NASA 的资金在总预算中所占的比例从 1990 年代起就一直在下降，而众议院还在研究是否要对人类重返太空的计划提供额外的资金支持。“我知道政府有许多需要花钱的地方，我也能够接受他们为 NASA 所作的预算，而尽可能充分地利用这一预算对所有 NASA 的雇员来说都是一个挑战。”布莱克如此表示。

颇具讽刺意味的是，最能表现出航天工业重要性的应用衍生品甚至都没有在真正的航天计

划中亮相。这一技术可以帮助医生在乳房的 X 光片上找出肿瘤那模糊的轮廓，使得乳腺癌检查不再需要伤筋动骨。这一技术使数百万女性免于疼痛、惊吓以及射线照射之苦，同时每年还为美国的健保基金节约至少 10 亿美元。总之，这是一项利国利民的技术。那么，这一技术是怎么来的呢？

简而言之，这项技术来自于一个失误。就在 1990 年 4 月哈勃太空望远镜发射后不久，NASA 的工程师们惊讶地发现，其中一块镜片上的瑕疵使得传回来的照片都变得模糊不清。而纠正这一失误需要在望远镜的光路上加装校正镜片——也就是后来广为人知的“哈勃的眼睛”。

但在至少 3 年时间内，宇航员都无法对其进行修复。于是丧失耐心的 NASA 科学家们就开始寻找替代性的图像校正方案。不久之后，他们就都成为了数字图像修复专家，能够通过锐化软件来使图片上不显著的特征清晰化。而到 1994 年，康涅狄格州丹伯里的 Lorad 公司就使用了同一款软件来校正乳腺 X 光片。“在我看来，这就是航天技术造福于人的例证。”布莱克说。

尽管在那冰冷、黑暗的深空中，航天任务随时都面临着失败的危险，但在这地球上，航天技术所带来的成功却远远超出了我们的想象。

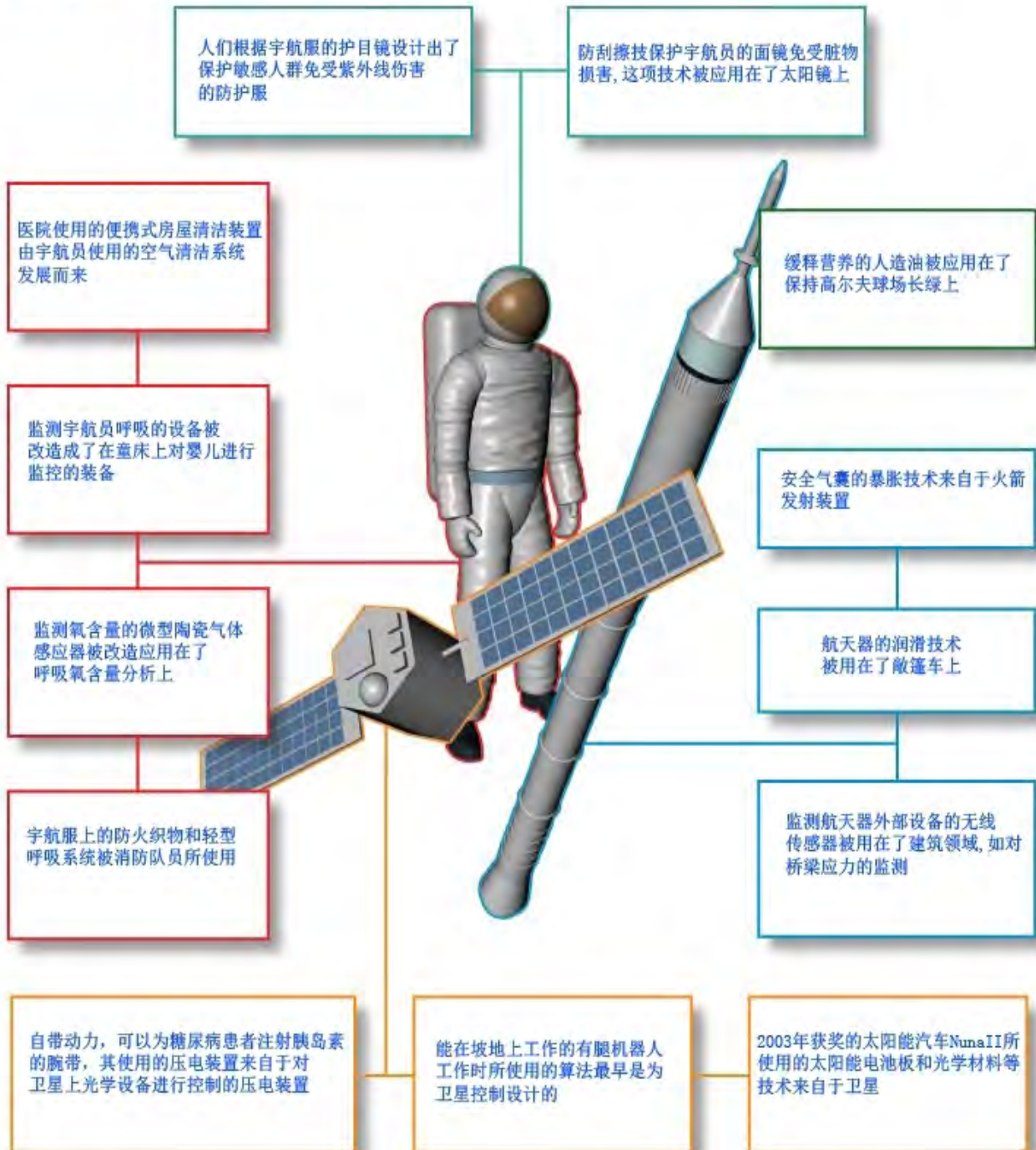


空间技术如何在地面上找到自己的位置 (James Taylor)

空间技术的衍生品

©NewScientist

许多由航天计划派生出的技术在地球上都有了价值不菲的应用



(吴锤结 供稿)

建立充电站，向低碳交通转移

英国实施“充电场所”计划



英国实施“充电场所”计划，图为充电站。

英国将在街道和停车场安装数千个充电站，从而在该国创造6个“充电汽车”城市和地区。在称之为“充电场所”的计划下，路边充电站将支持日渐兴起的电动汽车技术，并提供有价值的经验作为未来开发充电设施的基础。

英国交通大臣 Andrew Adonis 在宣布该计划时说：“英国会成为电动和低碳汽车的先行者，这就是为什么政府已经承诺投入约合4亿英镑的经费，鼓励开发和了解超低排放车辆的原因。”他说，“我们的目标就是在5年内，使电动低碳汽车成为日常生活的组成部分，并行驶在英国的大街小巷。尽管仍然有许多工作要做，但是‘充电场所’是让我们坚定地走向低碳未来的重要一步。”

商业大臣 Pat McFadden 补充说：“向低碳交通方式转移是汽车工业的一个转折点，而且具有创建新的工作机会和新产业的潜力，比如围绕着充电设施的建设。”

据悉，“充电场所”计划建立在现有的方法上，支持替代燃料，而所有这些正得到7个项目的推动。这7个项目将从政府替代燃料基础设施建设批准计划的50万英镑资金中受益。这些计划涉及到在英格兰各地区为车辆建立72个充电站和4个充气站。

半数的充电站将由伦敦交通局组织而建在伦敦，计划把这些充电站设立在街道以及地下和地面的停车场中。另外 36 个充电站将设立在西米德兰工业区。

这些充电站将设立在街头、停车场以及商场和休闲场所。此种充电站的可用性被看作是成功向更加清洁、无污染交通形式转变的关键。它将鼓励汽车产业接受这一向传统汽油和柴油发动机车辆发起的严肃挑战，并能吸引到投资解决减少充电时间和增加每次充电量的问题。

据介绍，期待已久的实用电动汽车的上市步伐正在加快，依赖于最新的锂电池，大多数汽车制造商现在都在开发概念型或生产型车辆。未来 18 个月中，340 多辆新的电动和充电/汽油混合动力车辆，其中包括迷你和小型汽车，将在英国政府的低碳车辆展示竞赛中接受审查。

英国正在进行的其他开发包括一个企业联盟的 130 万英镑的投标，用于新的电池化学以开发一种创新、轻量级、高能量密度的电池系统，用在零排放小型电动城市汽车上，这种车辆拥有改良的性能、功能和行驶里程。目前，相关公司正受委托开发一种适合于电动车辆使用的高效率、双倍速度的传送装置。

(吴锤结 供稿)

日下一代超级计算机 每秒运算可达一万万亿次

综合日本媒体报道，“通用京速计算机”建在神户市港湾人工岛上。目前地上 3 层地下 1 层的计算机楼、安置超级计算机冷却用水和空气的大型循环设备的热源机械楼、超过 100 名研究人员常驻的研究楼等建筑施工已经完成了约 80%。预计将于 2012 年 6 月完工。

新华网 2 月 5 日报道 日本理化研究所 3 日首次向媒体介绍了正在建设中的下一代超级计算机——“通用京速计算机”的进展情况。

综合日本媒体报道，“通用京速计算机”建在神户市港湾人工岛上。目前地上 3 层地下 1 层的计算机楼、安置超级计算机冷却用水和空气的大型循环设备的热源机械楼、超过 100 名研究人员常驻的研究楼等建筑施工已经完成了约 80%。预计“通用京速计算机”整个建设工程将于 2012 年 6 月完工。

据介绍，计算机楼中用来放置超级计算机的 3 楼面积共约 2800 平方米，整个 3 楼没有一根柱子，据说这样能使计算机的排列更加高效，有助于提高运行速度。

2006 年，日本政府综合科学技术会议依据科学技术基本计划，将“通用京速计算机”研发项目指定为国家主要基础技术之一，并以理化研究所的下一代超级计算机开发实施总部为

中心开始了研发工作。作为下一代超级计算机的“通用京速计算机”每秒能进行1京（1万万亿）次浮点运算，将应用于地球环境和灾害等预测、新型半导体材料和新药研发等领域。

（吴锤红 供稿）

上海交大创办英文国际学术期刊《纳米/微米通讯》

高水平的科学研究需要一流的专业期刊和快速交流的载体。上海交通大学薄膜与微细加工技术教育部重点实验室与国际著名的OAHOST机构合作，面向纳米/微米尺度及多学科交叉的科研领域，于2009年第四季度创办了英文国际学术期刊《纳米/微米通讯》（**Nano Micro Letters, NML**, ISSN: 2150-5551）。[张亚非](#)教授担任期刊主编，加拿大科学院院士H. C. Liu教授和碳纳米管发现者、日本名城大学[饭岛澄男](#)教授为共同编辑，所有编委均为世界各地纳米/微米科研领域的顶尖科学家，张杰校长为该期刊题写了前言。

NML期刊采用国际最先进的OJS系统模式运作，期刊包含了纳米/微米研究领域权威性评论文章以及原创性科研论文，更有鲜明的网络时代特色：（1）读者可免费在线下载或浏览所有文章；（2）文章评审和出版过程快速高效；（3）所有文章经过相关领域权威专家的严格审稿；（4）刊登文章有大量主流网站转载、推介和检索。

期刊的详细信息请访问：www.nmletters.org。投稿方式可通过网站登录注册后在线投稿，也可直接采用电子邮箱submission@nmletters.org投稿。

（吴锤结 供稿）

科学家在陨石内发现超硬钻石



科学家在陨石内发现超硬钻石

科学家在陨石内发现超硬钻石相关报道（英文）



科学家在一颗 1971 年掉落在芬兰境内的富含碳的海沃勒陨石 (Havero meteorite) 内发现超硬碳晶体。

北京时间 2 月 4 日消息，据国外媒体报道，科研人员在用金刚石抛光一块陨石时，发现其中存在比钻石还坚硬的碳晶体。这种超硬钻石或许不会戴到我们手上，但是却有助于科学家学会如何在实验室制造出更坚硬的钻石。

据了解，科学家是在一颗 1971 年掉落在芬兰境内的富含碳的海沃勒陨石(Havero meteorite)内发现超硬碳晶体的。研究人员用金刚石抛光陨石的一块切片，结果惊人的发现有碳晶体无法被钻石磨掉，这意味这种晶体的硬度高于钻石。科学家利用一系列仪器对陨石中的晶体进行了仔细的观察，发现了两种全新的天然碳晶体结构。这种碳晶体比地球内部形成的钻石硬度还要大。

钻石是由碳元素组成的、具立方结构的天然晶体。它是世界上最坚硬的、成份最简单的宝石，但是其化学成分与我们常见的煤、铅笔芯基本相同。这些物质都是主要由碳元素构成的，但为何差异如此之大？众所周知，碳元素在较高的温度、压力下，结晶形成石墨(黑色)，而在高温、高压及还原环境(通常来说就是一种缺氧的环境)中则结晶为珍贵的钻石。

简单地讲，钻石是在地球深部高压、高温条件下形成的。地球上的钻石的形成条件一般为压力在 4.5—6.0Gpa(相当于 150—200km 的深度)，温度为 1100—1500 摄氏度。目前所开采的矿山中，大部分钻石主要形成于 33 亿年前以及 12—17 亿年这两个时期。如南非的一些钻石年龄为 45 亿左右，表明这些钻石在地球诞生后不久便已开始地球深部结晶，是世界上最古老的宝石。钻石的形成需要一个漫长的历史过程，这从钻石主要出产于地球上古老

的稳定大陆地区可以证实。

此外，科学家推测地外星体对地球的撞击，产生瞬间的高温、高压，也可形成钻石。其实在科学家在这块芬兰陨石内发现超硬钻石前，早在1988年前苏联科学院就曾报道在陨石中发现了钻石。

法国里昂大学特里斯坦·费罗尔教授说：“这一发现纯属意外，不过我们确信研究这一陨石能够对钻石有新发现。”费罗尔是这项研究报告的第一作者，该报告将会刊发于2月15日出版的《地球与行星科学通讯》（**Earth and Planetary Science Letters**）上。

美国内华达大学的钻石研究员陈长风(音译)说，这一陨石的石墨层经受了巨大的冲击和高温加热，足以让不同层之间粘在一起——这正是人类制造钻石的方法。研究人员计划下一步用高精密仪器观察晶体的结构，了解其原子排列，以最终揭开其成因。

(吴锤结 供稿)

七嘴八舌

温家宝：大学功利化是要命问题 须有办学自主权



1月26日，温家宝听取科技、教育、卫生、文化、体育界代表对《政府工作报告》的意见。

1月26日上午还不到9时，温家宝总理提前来到了国务院第一会议室，与来自科教文卫体各界的10位代表围坐在椭圆形的桌子旁，听取他们对《政府工作报告(征求意见稿)》的意见、建议。

“我很愿意和来自科教文卫体各界的人士座谈。”刚一落座，温家宝就亲切地对大家说，“听听大家对《政府工作报告(征求意见稿)》以及对政府工作的意见，听听大家对社会事业发展和改革的意见。”事实上，他就任总理以来在社会事业发展方面倾注了大量的心血，一直致力于改变经济社会发展一条腿长、一条腿短的问题。

10位与会代表中有科学家、教师、医生、教练员、导演等，尽管职业不同，但他们在阅读过《政府工作报告(征求意见稿)》后都有共同的感受，就是报告中关于发展社会事业的篇幅比往年又多了，而且内容更丰富，措施更具体。

“一个国家的实力、一个民族的荣誉，不仅反映在经济实力上，而且反映在社会进步、人的素质、科技水平、文化底蕴和道德力量上。就经济本身而言，没有科技支撑，人的素质的提高，经济就不可能有跨越和可持续的发展。转变发展方式的关键，就是要把经济发展转移到依靠科技进步和提高劳动者素质的轨道上来。”温家宝简练而意味深长的开场白，让大家感受到他对社会事业发展的重视和深思，也激发了大家与总理交流的迫切愿望。

从事结构生物学研究的施一公教授于2008年辞去美国普林斯顿大学终身讲席教授职位，回到清华大学任教，如今是清华大学生命学院院长。施一公原准备了一个发言稿，听到总理和蔼真诚的这番话后，他放下发言稿，面对总理侃侃而谈。

“您在多个场合表达了对中国大师级人才求贤若渴的心情。但是没有世界一流的大学，就不可能培养世界一流的人才。”施一公开门见山：“温总理，加快世界一流大学建设，应该写进《政府工作报告》中。”

从英国、美国到日本，施一公以史料论证了世界一流大学的建设对于民族昌盛、国家崛起的意义，并指出当前中国大学发展中存在的一些急功近利的现象。

“一些大学功利化，什么都和钱挂钩？这是个要命的问题。”温家宝听后深有感触地说。

施一公向总理列举了世界一流大学的各种标准。他特别强调办学自主权的问题。施一公感慨道：“在大学这个本应该思想最活跃，最富有创造力的地方，如今的教育在管理上‘一刀切’，严重阻碍了学生创造力的培养。”

听了施一公的话，温家宝说出了自己的思考：“一所好的大学，在于有自己独特的灵魂，这就是独立的思考、自由的表达。千人一面、千篇一律，不可能出世界一流大学。大学必须有办学自主权。”

当施一公结束发言时，温家宝对大家说：“我们要下决心加快建设世界一流大学。”他略微停顿一下，提高了声音，语气坚定地说：“中国一定能够出现世界一流大学。”深受感染的施一公也回应道：“一定能。”

中国国家话剧院院长周志强，对下乡演出的场景记忆犹新。他对总理说：“每当下乡演出，看到乡亲们迎着寒风瑟瑟发抖，还站在村边场院上津津有味地看戏时，我们心里特别难受。农民们也应该享受到和城镇居民同等的文化服务。”他还谈到现在一些演出单位过分强调经济利益，过度商业化的问题。

“你讲的是实情。”温家宝接过话头说：“文化教育卫生事业的发展，基本取向应该是公益性的，决不能‘一风吹’地搞产业化。即使是文化产业也应该面向群众，把社会效益放在第一位。”

中国艺术研究院研究员刘梦溪从事文化史和思想史的研究。他认为社会的问题在经济，经济的问题在文化，文化的问题在教育。经济强国的建立，不能以牺牲文化的基本价值为条件。

从中华文化的原典到特性，从“求同存异”到“和而不同”，刘梦溪娓娓而谈。他还提出了建立人文与社会科学的荣誉制度，加大文化领域投入的建议。

听完刘梦溪的发言，温家宝幽默地说：“刘老师给我们上了一堂文化课。”在座的人都开心地笑了起来。

温家宝接着谈起自己对儒家文化的理解：儒学一是仁或者爱，“仁者爱人”；二是善，“无恻隐之心非人也。”这是道德的基础；三是和，“和为贵”、“和而不同”。四是刚健自强，“天行健，君子以自强不息”；五是民本思想，“民为贵，社稷次之，君为轻。”……他扳着指头缓缓地说，话语里浸透着对中华文化的深厚感情和深刻理解。温家宝尤其强调了道德问题。他说，国际金融危机的爆发有各种原因，但不能否认其中一个原因是一些企业家道德沦丧、重利轻义，将经济灾难转嫁到人民身上。

“你这个科室比较特殊呀！”当来自北京协和医院的尹佳介绍自己是变态反应科主任时，温家宝诙谐地说道。这引得大家笑了起来。尹佳解释道，变态反应其实就是过敏性反应。随后，尹佳向总理具体介绍了他们科室和医院的情况。

尹佳讲了身为医生的难处和委屈：变态反应科有9个人，每年要接诊7万个病人，还要搞18万人的流行病调查，非常辛苦。但是，医生的劳动价值并没有得到真正的体现。她身边一些年纪比较大的医生患上大病时，也同样面临着看不起病的问题。

听了尹佳的话，温家宝思考后说：“公立医院改革是医药卫生体制改革的难点。通过改革既要让患者满意，又要调动广大医护人员的积极性。这一步不好迈，但我们有决心迈过去。”

”

由于代表人数比较多、时间有限，每个代表规定发言 12 分钟。但是，每个人都超过了规定的时间。大家没有客套，都挑最实在、最要紧的话向总理讲，会场内自始至终充满着坦诚交流的气氛。

江苏省扬州市梅岭中学校长王力耕谈了中小学生素质教育问题，中国科学院化学研究所研究员徐坚建议注重对国内战略性新兴产业的政策保护，河南省邓州市中医院院长唐祖宣希望推动中医药更好地服务农民，中国电影集团艺创中心导演胡玫谈了中国电影应提高质量并走出去，高等教育出版社社长李朋义建议加快出版业的规模化集约化，国家乒乓球队男队主教练刘国梁提出进一步重视运动员文化教育和保障工作……

代表们发言完毕，已经超过了中午 12 时。

温家宝最后说，用耳听者，学到皮肤；用心听者，学到灵魂。你们讲的很多事情，我都听到灵魂里去了。你们的建议和意见非常真诚，我们一定要认真吸收，不但要把报告修改好，更要把政府的工作做好。

已经散会了，意犹未尽的代表们还围在总理身边说情况、谈意见、讲建议，不愿离去……
(吴锤结 供稿)

温家宝主持五次座谈会征求对教育改革和发展建议

1 月 11 日至 2 月 6 日，国务院总理温家宝在中南海先后主持召开五次座谈会，就正在制定的《国家中长期教育改革和发展规划纲要》听取社会各界人士的意见和建议。座谈会上，来自各级各类学校校长和教师代表，教育专家、学者，大、中学生及学生家长代表，教育管理系统负责人，畅所欲言，各抒己见，对教育改革和发展提出了许多意见和建议。

为适应全面建设小康社会的新要求、适应国内外发展的新形势、适应人民群众对教育的新期盼，2008 年 8 月底，我国启动面向 2020 年的《国家中长期教育改革和发展规划纲要》制定工作，并成立了由温家宝总理任组长的领导小组。经过一年多的时间，在动员各方面力量开展广泛深入调研的同时，通过专设邮箱、教育部门户网站设专区、组织网民座谈会、广泛发动媒体参与等多种形式，采取开放式办法，广纳群言、广集众智，反复论证，数十次易稿，形成了纲要初稿。为了进一步听取意见，温家宝总理决定邀请各方面代表到中南海座谈。

在这五次座谈会上，与会代表一致认为，制定《国家中长期教育改革和发展规划纲要》是一件意义重大、影响深远的大事，纲要的制定过程充分体现了中央政府问政于民、问需于民、问计于民的民主科学决策。代表们指出，在当前经济工作十分繁忙的情况下，温家宝总理抽出5个半天的时间召开座谈会，充分说明中央高度重视教育发展和改革工作。

1月11日召开的首次座谈会以高等教育改革与发展为主题。与会代表围绕创新型国家建设、高校管理体制改革等纷纷发表意见。中国高等教育学会会长周远清提出，我国高校要通过推进教学方法改革和教师队伍建设，办出特色。复旦大学原校长杨福家建议，我国高校应借鉴国外住宿学院制度、开展通识教育、建立学生淘汰制度等办学经验。中国科技大学原校长朱清时认为，高校必须以教授为主导，改变当前依靠行政权力治校的局面。北京大学生命学院院长饶毅结合自己在国外学习、工作的经历，呼吁要保障高校科研人员的教学时间，以确保高等教育质量。西北师范大学校长王利民、北京邮电大学原校长林金桐、西安交通大学教授卢天健等分别提出了建立分类分层的高校管理体系、探索教授治学、吸引外国人来华从教等建议。奇瑞汽车股份有限公司董事长尹同跃、北京水晶石数字科技有限公司总裁卢正刚等从用人单位的角度，对加强学生职业道德教育、完善高校产学研成果转化机制等方面，提出了自己的看法。

在1月15日召开的职业教育座谈会上，天津中德职业技术学院副院长吕景泉、深圳职业技术学院教师赵杰呼吁针对职业教育的自身特点，建立职业院校教师资格标准和评价体系。北京商贸学校校长张香永提出，应允许各地探索职教人才的培养模式，进行中等职业教育和高等职业教育一体化的试点工作。上海高级技工学校校长张子厚提出，应建立职业院校专业课程标准和技能标准，解决当前职业资格证书多次认证的问题。陕西榆林农业学校教师强建才、河北涿州职教中心校长张昆明提出要进一步加强涉农专业建设，对涉农专业学生加大补助和支持力度。北京教科院副院长吴岩提出国家应制定政策，促进校企合作，推动学校和企业共同培养人才。东方电气集团东方汽轮机有限公司党委书记何显富、沈阳市人才中心主任孟庆伟都对职业院校专业设置提出了具体建议。

在2月4日召开的基础教育领域座谈会上，中国人民大学附属中学校长刘彭芝说，对智力超群的儿童应实施特殊教育，我国必须尽快建立拔尖创新人才的早期培养基地。上海中学语文教师范飏说，要减轻孩子的学习负担，首先要激发孩子的志趣。甘肃省会宁县太平中学教师黄志龙和山西平顺县北耽车乡实会小学教师王利青分别提出了改善农村教师待遇、加强农村寄宿制学校规划的建议。湖南长沙诺贝尔摇篮幼稚园董事长谢庆呼吁给民办学前教育多一些探索空间。

在2月5日召开的教育管理体制座谈会上，广东省副省长宋海提出，应建立分类指导、分

区规划的管理体制，使不同高校在教学、科研方面各有所长、各显其能。中国教育学会副会长朱永新提出要落实高校办学自主权。香港中文大学校长刘遵义结合国外大学的发展经验，建议在国内一流大学引入竞争机制。辽宁盘锦教育局局长魏书生强调要建立科学合理的对学校质量评价制度。黄河科技学院院长胡大白期望政府部门和社会消除对民办教育的歧视。

为了更好地倾听广大基层群众的意见建议，2月6日召开的座谈会首次把学生和家长代表请进了中南海。北京工业大学机电学院研究生张逸民提出完善研究生导师项目资助制、设立研究生奖学金等建议。北京师范大学免费师范生荀晓龙提出加强农村现代远程教育和农村教师在岗培训的建议。河北宁晋县宁晋中学学生杨燕茹讲述了自己参加社会实践的故事，希望学校能够不拘一格降人才。农民工李江山、查代炼希望政府放宽农民工子女在大城市就读的条件，为农村留守儿童建立全托制的寄宿学校。北京东升乡博展科技发展有限公司党支部书记卢金铃、河南鹤壁市淇县西岗乡大李庄村村民李宜宾、北京居民李成钊等分别代表家长对相关领域教学方法改革提出了意见和建议。

温家宝在这五次座谈会上讲了话。他说，教育是一个国家发展的基石，教育改革和发展是关系国家和民族未来的大事，也是每个家庭和学生关心的大事。纲要应该反映国家的意志、决心和战略眼光，让人民看到希望，从而增强对中国教育的信心。在国务院召开座谈会征求意见并进行修改的基础上，纲要还将再次面向社会广泛征求意见。

温家宝强调，我们教育的目的是培养德智体美全面发展的优秀人才，特别是拔尖人才。制定教育发展和改革规划纲要必须坚持以下几点。一是积极推进教育体制改革。要实现教育的科学发展，必须进一步解放思想，敢于冲破传统观念和体制机制的束缚，树立现代办学理念，在人才培养、考试招生、办学体制、管理体制等方面进行大胆创新。要从实际出发，允许实验和探索。通过改革使教育发展更加符合时代发展的需要，更加符合建设中国特色社会主义对人才的需要，更加符合教育自身的发展规律。二是落实和扩大学校的办学自主权。学校的职责是教书育人。要以教学为中心，发挥教师的主导作用和学生的主体作用，改变教育的行政化倾向。三是努力促进教育公平。教育公平是最基本、最重要的社会公平。我们要力争用十年左右的时间，基本完成义务教育均衡发展，使教育资源更多向农村地区、边远贫困地区和民族地区倾斜，确保每个适龄儿童少年不因家庭经济困难等原因而失学。教育公平，不是搞平均主义，更不是一个模式办学，千篇一律、千校一面。学校还是要办出自己的特色。鼓励出名校、出名师、出名人。四是大力倡导教育家办学。充分发挥教育家的办学才能和特长，让那些有终身办学志向的人不受任何名利干扰诱惑，把自己完全献身于教育事业。

国务院副总理李克强，国务委员刘延东，国务委员兼国务院秘书长马凯和有关部门负责人

分别参加了座谈会。

(吴锤结 供稿)

教育改革：如何超越自相矛盾的主张

这是一个近乎荒诞的局面：

- 一边呼唤素质教育，一边要求“裸考”回归
- 一边拼命择校，一边拼命抱怨“被择校”
- 一边痛恨被行政扭曲的伪市场化，一边幻想更多更强的行政干预

编者按：民间机构长策智库新近完成一份《中国新教育体制改革论纲》，由该机构首席社会政策专家、北京大学政府管理学院教授顾昕执笔。中国青年报刊出此论纲，供读者参考。限于篇幅，有删节。

毋庸讳言，中国教育现状，距离民众、社会与国家的预期有相当大距离。作为社会发展的平衡器，教育成为一个社会追求公正、公平、平等、自由、民主等高贵价值的工具，一旦社会偏离这些价值，教育必然成为批判的靶子，甚至成为代罪羔羊。

造成的局面是，人人在议论教育，人人在批判教育，人人在呼吁教育改革。但是，在这种貌似开放多元的言论空间（尤其是网络空间）中，更多的是纷纷扰扰的取向和自相矛盾的主张。

一方面，很多人痛恨应试教育的弊端，年复一年地呼唤各种素质教育的新教育理念。在这样的社会氛围中，哈佛女孩的一本小书风靡了中国。但另一方面，绝大多数依然坚持唯分数论，坚持认为只有以所谓“高考裸分”作为唯一标准，高等院校的招生才能实现“公平”。

2009年12月15日，一份新鲜出炉的民意调查（中国青年报社会调查中心通过北京益派市场咨询有限公司和民意中国网在12月上旬对全国范围内的2952名公众进行了这次调查）显示，76.6%的受访者将所谓“取消一切可能滋生腐败的政策，让考试重归‘裸考’”选为推进“教育公平”的首选改革措施。毫无疑问，一旦推进这种版本的“教育公平”，实现“素质教育”的多元化教育环境将永无来日。

一方面，千千万万的民众以高度的自愿精神，千方百计地将成千上万的金钱，以各种各样诸如“捐赠”、“赞助”、“共建”、“补课费”的方式送交给一批教育资源优越的公立中小学，以期让自己的孩子在人生的起跑阶段就处在一个超前的位置。但是另一方面，社会上关于“被择校”的抱怨响彻云霄。

在上述的民意调查中，76.1%的受访者将“取消任何形式的择校费”列为推进“教育公平”的次选改革措施。人们似乎希望不费多少代价就能获取优质的教育服务，但是并不愿意仔细思考优质教育服务的短缺性、择校现象存在的合理性与不合理性以及解决所谓“择校”问题的根本之道，而是一味地迷信年复一年都无功而返的一纸“禁止令”。

一方面，人人都在追求或至少渴望追求超人一等的优质教育，但是另一方面却又不切实际地企盼教育服务品质的均等化。当一个社会究竟能在何种意义上、在何种程度上实现教育均等化尚不清楚的时候，人们却纷纷把希望寄托在教育行政部门的行政干预之上。

在上述的民意调查中，71.5%的受访者将“推行公立中小学跨校轮岗，平衡学校间的师资差距”列为推进“教育公平”的第三政策选择。但令人困惑的是，这项行政干预措施如何能得以实施？北京史家胡同小学的教育质量优越，优越到令来访的巴西总统当众流泪的地步，优越到自愿奉献的“赞助费”源源不绝的地步，优越到校区周边的旧房也能价格飙升的地步，很多人感到“不公平”。其中也的确存在着“不公平”，但是无论是教育行政部门（还是其他什么人）能理直气壮地要求史家胡同小学的老师无条件地去（譬如说）北京怀柔的某个小学“轮岗”吗？

根本的问题在于，如果全社会没有清楚地认识到“择校费”问题的根源在于扭曲的公共义务教育体系，那么种种似是而非的议论，尤其是指望在现有公共教育体系内强化行政化的直接干预措施，不仅无助于问题的解决，而且还会助长令人不快的现象持续发展下去。

更加深刻的问题还在于，一方面，众多有识之士已经深切地认识到整个教育体系中弥漫着行政化的癌细胞，但另一方面人们对唯一有可能杀死癌细胞的市场化之路心生误解、疑虑、困惑和彷徨。

正如中国很多社会经济领域发生的事情一样，当今中国教育领域的“市场化”是遭到扭曲的市场化，实际上是一种“行政主导型的商业化”。造成这种格局的根本原因，在于政府一方面维持原有公共教育资源配置的主导性，另一方面又允许公立教育机构走向商业化。于是，处于优势地位的公立教育机构一只眼睛向上，另一只眼睛斜视；它们对政府的资源全力争取，而对来自市场和社会的收入也绝不放过。

人们看到了被扭曲的“市场化”、“产业化”所带来的重重弊端，但是不去追究扭曲背后的旧体制、旧力量、旧思维，不去推动公立教育机构之间有管理的竞争，不去推动民营教育机构的发展壮大，不去设法打破行政化教育体制，反而冀望以回归行政化的方式来克服“市场化”的弊病。令人稍微宽心的是，这种首鼠两端的思维在近两年内有所退潮。

综上所述，中国的教育体制的确存在着严重的不公平、大一统、品质低等众多弊端，家长、学生和教师们都陷于囚徒困境而苦不堪言。显然，我们需要一场全新的教育改革。

本文以及将在近期陆续完成的系列研究报告，试图就新教改给出一条清晰的路线图。希望全社会以我们为批判的靶子，为这场关系到民族前途的改革创造出一个公开讨论的民主氛围和公共空间，哪怕像新医改那样经过3年之久的大讨论。

一、管办分开：高等院校走向法人化

在某种意义上，高等教育形同教育产业的终端，其行为和取向在很大程度上决定着其他层级教育服务的运行。如果说整个中国教育体系存在着扭曲现象，那么扭曲的龙头在于高等教育。因此，新教改的突破口就在于高等教育改革。

在2004~2006年间，社会舆论的主流是把高等教育的种种弊端归咎于所谓的“教育产业化”，而近两三年来，教育界和知识界对于教育行政化的认识和批评愈来愈普遍和深刻。所谓“教育行政化”，基本上包含两种意义：其一是指高等院校与教育行政部门形成上下等级关系；其二是指高等院校内部的组织结构复制了高校与教育行政部门的等级化制度。我们认为，行政化是造成高等教育种种弊端的最主要根源，而所谓“教育产业化”或者说“伪市场化”恰恰是高度行政化的后果之一。

要打破这种局面，就必须打破行政化的高等教育体制，推进高等院校与教育行政部门的管办分开。具体路径如下：

管办分开。所有公立高等院校不再成为教育行政部门的下属机构，其行政级别自然取消，众多大学争当“副部级大学”的笑话可以休矣！

教育家管理大学。大学所有的管理者，尤其是校长和党委书记，都从干部转型为教育家或职业管理者。教育家自然可以来自社会各界，当然也不排除退休后或者离职的干部。

政府担任监管者和出资者。各级教育行政部门对所有的高校，首要的角色是监管者，对违规的事件进行惩罚；其次，还可以出资者的身份扮演教育公平推进者的角色。

走向法人化。所有高等院校成为独立的法人，建立以校董会+校长负责制为核心的新型法人治理结构。

二、走向多元竞争：高等院校招生体制改革与高考改革

高等院校的招生制度是影响中小学教育的重要因素，其影响力通过高考制度传递下去，而高考几乎成为整个教育体系的“指挥棒”。

在高等院校法人化从而确立自主招生的前提下，高考制度改革也必须走上多元化的道路，具体路径如下：

保留高考，但是逐步实行一年多次高考。考生们不必担心“一考定终身”而将考场视为战场，他们可以自行选择某次高考的成绩作为自己的高考分数。

考试后填报志愿。高等院校自行设定高考分数线门槛，所有考生根据自己的高考成绩踏踏实实地向心仪的学校以及专业投递申请。

多元报考。允许所有考生自由地向众多学校报考。所有高等院校除了设定高考分数线门槛之外，均自行设定其自主招生的条件和程序。各高等院校的办学理念尽可以多元化，无论是唯分数论、唯素质论、唯精英论、唯民粹论、唯全才论、唯偏才论、唯功利论、唯人文论（或唯价值论），还是这些理念的组合，都可以在自主招生的竞争舞台上一展身手。

双向选择。考生可以多元报考，高校自然也能多元选择。所有高校根据自行设定的招生计划在一定时间内发出第一批录取通知书，而相当一部分考生或许会在一段时间内接到多家高校的录取通知书。双向选择的结果就是相当一部分的录取计划在第一轮中没有完成，因此必须进行第二轮甚至第三轮录取。

在这样多元竞争的制度下，种种关于自主招生制、推荐制、保送制、面试制是否公平，是否为腐败制造空间的议论将变得毫无意义。当然，在这样的制度下，有些学校或许会录取那些有一些小聪明（因此高考分数不太差）的富家子弟或者官宦子弟，但是这些学校在激烈的市场竞争中或许会付出纨绔子弟败坏学校风气、耗费教授精力、损害学校名声的代价。相反，所有愿意付出财力和心血录取潜力无穷、但家境贫寒学生的学校，将在未来获得优厚的回报。

三、放开择校：基础教育的竞争化与均等化

同高等教育领域的情形相类似，人们对义务教育领域中的种种弊端可谓心知肚明并且深恶痛绝，但是由于并未清醒地认识到，所有这些弊端的根源恰恰来自公立义务教育资源配置的行政化体制，反而冀望于通过现有行政化体系的强化来解决问题。

毫无疑问，所有人都希望获得好的东西，教育自然也不例外。望子成龙、望女成凤是几千年中华文明所积累的传统，优质的教育成为所有中国人不惜砸锅卖铁也要追求的东西。然而，正如所有优质的东西一样，优质的教育无疑是稀缺的，而稀缺的东西一定非常值钱。尽管政府规定公立义务教育是低价甚至是全免费的，但是优质的义务教育一定存在着某种市场均衡价格，而在今天，这就是被政府教育部门禁而不止的五花八门的“择校费”。这是以任何人的意志为转移的，也是任何禁令所无法禁止的。政府可以三令五申让择校费“非法”，但是总不能禁止优秀的中小学收取“赞助费”吧，更挡不住民众为了自己孩子的未来以高昂的、前赴后继的、无所不用其极的自愿精神争相向这些学校“奉献爱心”。

无论是为了应对“择校费”的问题，还是为了推进义务教育的长远发展，唯一的改革之路是放开义务教育的市场，让市场力量充分发挥提升义务教育资源配置的作用，让政府的资源发挥促进教育公平的作用。具体而言，义务教育的改革路径如下：

放开民营中小学的设立。民众完全可以选择私立中小学接受义务教育。当然，政府要对所有中小学，无论是公立的还是民营的，制订一些最低标准并一视同仁地加以执行。

有条件地放开公立中小学择校。所有民营中小学自然是完全放开择校，而所有的公立中小学均有条件地放开择校。所谓“条件”，亦即政府可以制定一定的监管条例，例如管制学校招收邻近学区适龄学生的百分比，管制学校的师生比，管制学校的教学实践甚至教学品质（最低考试或测验分数等），最高收费标准等等。

学校自行制订收费标准。所有中小学，无论是公立的还是民营的，均自行制订收费标准。如此一来，在公立和民营学校尤其是优质公立学校之间充分竞争的情形下，收费标准的高低自然与教育品质的高下、学校的地理位置以及各地经济发展水平呈现相关性。简言之，所有中小学的收费走向市场化。

国家按人头定额拨款。国家设定基准收费标准，政府根据这一标准依学生人头数向所有公立中小学拨款。民营中小学如果愿意参照政府对公立中小学的监管措施开展教育活动，政府也应该依照同样的方式按学生人头拨款。基本义务教育的基准收费标准，由有关教育专家依照基本水平的义务教育提供所需的成本进行测算、拟定并经过全社会征求意见，在一定时间内形成政策与法规。为了实现不同地区基本义务教育品质的均等化，依照基准标准

确定的政府拨款水平或许在不同地区有一定的差异。所有教育机构，无论是公立的，还是民营的，学费在基准标准之下的部分不向学生家长收取，而是转向政府申领拨款。基准标准的设定水平不能太低，必须达到让绝大多数（例如90~95%）的适龄学生基本上可以免费接受义务教育的程度。

在这样的体制下，无论是民众、学校还是政府，都没有必要为“择校费”的事情而一筹莫展。“择校费”变成了公开透明的收费，民众对于高收费的选择完全基于市场化的判断。所有的学校必须竞争起来，提高效率，改善教育品质，以吸引更多的学生，从而从政府以及学生家长那里获取更多的资源。

那么，贫困家庭的孩子在这样的体制下会不会利益受损呢？这取决于政府的所作所为。首先，大多数公立中小学实际上是免费的，因此贫困家庭必须也完全有机会让其学龄儿童接受义务教育；其次，政府通过强制公立中小学以基准收费标准招收一部分学区内学生的管制措施，可以确保那些碰巧住在高收费学校附近的适龄学生就近入学；再次，政府可以为贫困家庭发放“教育救助券”，让他们以此贴补学费从而能自由选择收费偏高的学校；最后，政府从原来重点学校的投入中节省出大量经费，可以转而投向农村、山区、边疆、城乡结合部、流动人口聚居区，兴办依照基准标准收费的公立中小学。此外，政府还可以设立专项奖励金，对所有从高收费学校转到低收费学校任教的优秀教师给予收入补偿。

总之，为贫困家庭的儿童提供更多的教育资源和机会，亦即推进教育的纵向公平，这是政府的责任，而政府完全拥有多元的政策工具来推进这一目标的实现。把市场卡死，并不能促进公平。

四、与市场互补：公共财政转型与公共教育资源的再配置

教育体制改革过程中出现的种种问题引发了公共政策研究界对于政府职责的大思考。尽管人们对于中国教育体制改革的总体评价有意见分歧，但是不同意见之间却有一点共识，即政府对于教育事业的投入相对不足。

政府增加对教育的投入是必要的，但我们认为，公共财政教育投入的流向更为重要。新教改的核心是打破教育的行政化体制，打破行政化的核心是政府职能转变，政府职能转变的核心是公共财政的转型。

大量数据表明，目前我国公共教育经费流入高等教育领域的比重，已经超越了社会经济发展的水平，这不仅导致了高等教育的“大跃进”，而且还强化了高等教育的行政化；相反，公共教育资源在义务教育和职业教育的配置比重相对较低，这一方面不利于教育公平的推

进，另一方面也不利于为经济发展和产业升级提供充足的适用性的人力资源。

因此，新教改要求教育领域的公共财政模式发生转型。在放开民间资本进入，充分重视并利用市场机制积极作用的前提下，公共教育资源配置的核心原则就是弥补市场不足。

(吴锤结 供稿)

朱永新：重拾中国教育的信心



目前，中国教育的问题很多，全社会对于教育似乎出现了所谓的“集体失望”。一方面，大家对教育很不满意，批评，抨击，抱怨；另一方面，大家对教育又茫然，无措，都不知道怎么做。由此失去了信心。

这是非常可怕的现象。要摆脱中国教育的危机，当务之急也许还不是体制、机制、方法的问题，而是如何尽快解决全民对于教育的集体失望。在金融危机到来的时候，温总理说信心比黄金更重要，这句话用在当今的教育改革这个问题上同样恰到好处。作为一个有着五千年教育文明的大国，作为一个有着“耕读传家”传统、全社会高度重视教育的民族，当务之急应该唤起我们全民族对于教育的信心！

重建人民对教育的信心问题不仅非常重要，也是完全可以做到的，正如我们成功地应对金融危机。如何帮助人们建立对于教育的信心呢？

第一，应该用美好的教育蓝图激励大家。我们正在制订国家中长期改革的教育规划，这个纲要经过很长时间的打磨，初稿已经出来了。我三次参加这个纲要的起草修改工作。总的来说，我们的改革思路基本上理清了，对于中国教育未来发展的蓝图也描绘得比较清晰。

应该尽快把纲要提交社会讨论，发动文化名人、企业家、社会组织等参与讨论，进一步明确中国教育改革的方向。全民参与教育规划纲要讨论的过程，既是统一思想认识的过程，也是增强信心的过程。前一段时间虽然在网络上广泛征求意见，也召开了许多座谈会，但是坦率地说，并没有实现真正意义上的社会动员，主流媒体也没有进行深入的参与，社会只是对于文理分科、高考改革等几个热点问题有兴趣，而对于教育投入、教育方针、国家教育价值观等重要问题，几乎没有讨论。包括纲要提出的到2020年建设若干所世界一流大学的目标，能够实现吗？所以，我建议尽快把这个规划纲要的文稿公之于众，广泛听取意见，通过讨论，进一步唤起全民对教育的信心。

第二，应该用美丽的教育故事鼓舞大家。现在，我们对于教育的批评多了一点，埋怨多了一点，指责多了一点，似乎我们的教育一无是处，似乎我们的教育暗无天日，似乎我们的教育病入膏肓。其实，在现实的教育生活中，有许多非常感人的教育故事。就拿我们的新教育实验学校来说，就有像常丽华老师和山西绛县这样的典型。常丽华老师是山东临淄的一位普通小学老师，她和她的孩子们用五年的时间读了524本书，其中许多是中外经典名著，走遍了山东的名山大川，她为孩子们开设了孔子课程，农历诗词课程，带领孩子们超越中国文化的时空。孩子们人人会乐器，个个有绝活。毕业考试三分之一的学生三门主课全满分。山西绛县作为新教育实验区，全县所有的学校，每天早晨用一首诗开启新的一天，每天中午有40分钟时间共同阅读，全县3000名教师有2000多人坚持开教育博客，记录自己的教育生活。绛县人大成立了“教育发展促进会”，每年评选感动绛县的十大教育人物。可惜的是，这样生动具体、催人泪下的故事，没有成为我们媒体的声音。

是的，我们对于教育生活中发生的很多精彩的故事关注得少了一点。无论是在常老师这样的课堂里，还是像绛县这样的教育改革的实验区，我们每天都可以看到精彩，听到很多美好的教育故事，只不过这些东西远远没有引起我们的发现、关注、推广和宣传。许多好的东西没有被张扬，正气没有抬头，榜样没有去引领。

这是一个需要英雄的时代，这是一个不能没有方向感的时代。我们不仅要发现精彩的教育故事，同时也要解决好我们的教育哲学，解决好我们国家的核心的教育价值观问题。在规划纲要制定的过程中，我反复问自己和同仁，我们改革的哲学基础是什么？这是很大的问题。整个民族要知道什么是好的教育，教育要往哪里去。我们一直说，教育的使命不是为了分数，也不是为了就业，而是培养美好的人性、塑造美好的人格，同时建设出美好的社会，引领人类不断地走向崇高。这才是我们教育的当务之急，才是回到教育的原点。

（作者系中国教育学会副会长）

（吴锤结 供稿）

熊丙奇：政府放权是教改的“牛鼻子”

教育体制改革的“牛鼻子”，就是政府放权。要把办学权、评价权、监督权交还给学校、教育者和受教育者。

我国《国家中长期教育改革和发展规划纲要》出台进入倒计时。教育部部长袁贵仁2月8日表示，《纲要》文本会在春节过后、两会之前向社会公示。

我们注意到，从去年1月和10月，由新华社刊发的温家宝总理的两篇文章——《百年大计，教育为本》、《教育大计，教师为本》，到最近座谈会中，温总理提到的四方面教育改革意见，都谈到教育管理体制改革的这一问题。这一问题，其实就是教改的“牛鼻子”。我国这次教改纲要能否“出彩”，就在于是否抓住了这一“牛鼻子”。

推进教育体制改革，首先，需要清晰界定政府、学校、教育者和受教育者的权力(权利)和责任。近年来，我国教育出现行政化倾向，家校矛盾、师生矛盾加剧，教育质量下滑，都与政府和学校之间、学校与教育者之间、教育者与受教育者之间的关系没有理清有关。其中，政府与学校的关系尤为关键。具体表现为政府部门将举办权、管理权、办学权、评价权独揽手中，造成学校对行政的严重依附，失去办学特色与个性。

其次，需要落实、保障学校办学自主权、教育者教育自主权、受教育者评价、监督权的机制。我国的《教育法》和《高等教育法》，都早已明确规定学校的办学自主权，也规定了教育者和受教育者的权益，但是，这些法律条文并未得到实施。究其原因，一是没有对应的机构，二是缺乏问责机制。

以大学办学自主权来说，相应的治理机构，应是大学理事会(或董事会)，大学的校长应由理事会(或董事会)遴选，重大战略决策由董事会(或理事会)制订。可我国大学，一直没有具有决策与遴选校长功能的理事会(董事会)，那些号称有理事会(董事会)的学校，其功能主要是拓宽学校办学资源，用理事或董事的头衔去换取资源。

落实教师的教育自主权，相应的机构，应是教师委员会(对中小学而言)和教授委员会(对大学而言)，教师委员会负责学校教育与学术事务的决策，负责教育质量监控以及教师教学、学术评价。我国中小学，目前教师的评价基本上由行政领导做出。我国一些大学，虽设有教授委员会或学术委员会，但基本上是摆设，由于学术共同体的缺位，导致教育腐败和学术腐败频发。

而保障受教育者的权益，则更是我国教育的最薄弱环节。从基本的制度设计上，我国教育

给受教育者的选择空间十分有限，以“统一高考、集中录取”为最突出，学生在考大学时不能自由选择大学，进入大学后也不能申请转学，使学校间的竞争大大削弱。另外，中小学中没有代表受教育者利益的家长委员会发挥监督、评价学校办学的作用，大学中没有维护学生权益的学生自治组织，也使受教育者的权益一再受到侵占。因此，要保障受教育者权益，需要建立具有竞争性的考试制度和人才培养制度，扩大学生的选择权。

在这次教改纲要制订中，上述机制的设计难以绕开。除此之外，建立问责机制也很迫切。1993年，我国发布了《中国教育改革和发展纲要》，纲要明确指出，“逐步提高国家财政性教育经费支出占国民生产总值的比例，本世纪末达到4%。”可直到2008年，我国财政性教育经费支出占GDP的比例，仅为3.48%。这一前车之鉴提醒我们，如果没有严肃的问责机制，哪怕这次纲要写得很完美，但没有监督与问责，目标均未达到，方案提到的措施都未落实，是不是只有期待下一轮的《纲要》呢？

概而言之，教育体制改革的“牛鼻子”，就是政府放权。要把办学权、评价权、监督权交还给学校、教育者和受教育者。如果这次教改纲要的制订，能抓住这一“牛鼻子”，明确政府部门的教育举办与监管责任，切实赋予学校的办学自主权，建立保障中小学校本管理的教师委员会、家长委员会，建立保障大学自主办学的理事会治理机构，推进学术自治和教授治校，将教育的发展纳入依法治教轨道，那么，这次教改纲要将值得期待，而这“出彩”的教改纲要也必然给大家带来教育发展的信心。

(熊丙奇，21世纪教育发展研究院副院长)

(吴锤结 供稿)

美报文章：为何中国学校很难培养出天才

顺从听话、刻苦学习

中国的学者圈内流传着一个“钱学森问题”。4年前，火箭科学家、中国航天和导弹工程的天才设计师钱学森先生，曾向前来探望的中国总理温家宝提出过一个问题：“为什么中国培养的人才多如牛毛，而天才却凤毛麟角？”

没人知道温家宝总理是怎样回答的，但我的朋友白桦（音译）认为她知道答案。“我们的教育体系就像古代的斯巴达。不是身体上，而是精神上的。”在北京一家购物中心就坐的白桦边喝咖啡边说，“我们的孩子学速算、弹钢琴，什么都学。他们会很多事情，但长大后就不知道怎么办了，因为没人问过他们想要什么。”

在古代的斯巴达，男孩们从7岁起就接受训练，最终被塑造为一支纪律严明、忠于国家的

精英勇士队伍。而在中国的学校里，孩子们必须顺从听话、刻苦学习及往往不加批判地思考。

中国孩子从6岁时起，就埋头于书堆，一直到中学毕业。一年级学生一天学12个小时（周末会少一点，但无休息日）是家常便饭。我6岁大的孩子在中国过头一个春节假期时，老师布置下42页的数学和42页的语文作业，要求在4周之内完成。目标是什么？进入北大或清华这样的名牌大学。

一旦上了大学，中国学生就会变得懒散。他们觉得自己吃了12年的苦头，现在该放松了。可能他们确实需要休息，但学业更上一层楼的动力因此荡然无存。

尽管如此，改革教育体系的压力却不大。毕竟，这个体系不是培养出了貌似不俗的一代人吗？中国售货员可以瞬间记住11位的手机号码，可以一字不漏地背下商品单；也许他们钢琴也弹得很不错。然而，中国年轻人缺少自己的创新思考。一位曾在伦敦政治经济学院留学的中国朋友说：“我告诫自己，‘不要只做笔记，要想想教授说什么’。”她发现这段经历虽然艰难，但自己获益良多。

这种注重顺从的教育体制也催生出一种“从众本能”。以前，国家的精英想要当科学家、建设祖国。今天，他们想当银行家，或者从事稳定的工作。“他们不知道自己想要什么，听说银行家赚钱最多，其他人都在做，他们自己也想去。”白桦说。

按照这种思路，创新是麻烦事，中国不需要微软的比尔·盖茨。中国需要的是廉价劳动力和工厂，不是捣乱惹麻烦的人。钱学森的“天才”是在美国的20年被充分发掘的——他在美国读博士，做了大量实验，但他的这段经历往往不被人提起。（作者 Didi Kirsten Tatlow 译者 黄义务 美国《国际先驱论坛报》）

（吴锤结 供稿）

在 Batchelor 教授的指导下

——纪念当代国际流体力学大师 G.K.Batchelor 教授逝世九周年

温景嵩



开始写于南开园

没有想到

这是三十年前的旧事。1979年10月我第一次走出国门，来到这世界科学的圣地——剑桥大学。我们可说是改革开放政策的第一批受益者。事情决定在更早，那是在1978年的夏天，中美两国还没有建交。我们通过了国家的英语考试，组织上决定以公费公派的访问学者身份送我出国进修。我那时在中国科学院安徽光学精密机械研究所工作，研究激光在大气中传输时由大气湍流对激光光束引起的种种湍流效应。这类课题研究在西方只有美国有。但是，由于那时我国和美国还没有建立外交关系，我就只能选择英国的剑桥大学。抱着试一试的心理，我把我的申请书寄到剑桥大学应用数学和理论物理系系主任 Batchelor 教授那里。他是湍流方面享誉世界的大专家，向他申请研究湍流的一般性质特别是湍流的间歇性还可以说得过去，安徽光机所的领导也同意了。然而，Batchelor 教授已是当代国际上闻名遐迩的流体力学大师，而我却是个学气象的无名小卒。他会接受我这样一个专业既不对口又是个小人物的申请吗？我心中很是忐忑不安。可是没有想到我的运气是这么好，最后他居然接受了我的申请，这使我高兴万分。

初遇难关

不过高兴很快就转为沮丧，我们在英国驻华大使馆挨了当头一棒。原来他们为了测试一下我们英语的真实程度，把我们这些通过中国科学院和英国皇家学会的协议送到英国来进修的人请到使馆进行了一次测验。这次测验的难度很大，据说比美国的托福难度要大很多。结果可想而知，我们这批刚从闭关锁国的环境里出来的人在那里打了一个大败仗。尤其是我，听力部分就干脆交了白卷。那是两个英国人在聊天，速度很快，声音又很轻，好像在说悄悄话，我一句也听不懂。这是我平生第一次交白卷。我一生中一向总是会在考试中取得优异成绩，交白卷是我难以承受的事，心中懊丧程度可想而知。现在想来，这其实很可以理解。我那年已45岁。又是在闭关锁国的条件下培养大的。加以学的外语又杂七杂八，小学是学日语，大学是学俄语，只有中学是学英语，培养目标又只是为了阅读，没有学听力，更不要求四会。虽然考试成绩还挺好，特别是在1978年夏天国家英语考试前，

我们在中国科大的英语训练班，突击了几个月英语的听说读写，最后能以较好的成绩通过了国家考试。但实际上我们这点英语水平还差的很远，无法适应真正的英语社会。于是英语成了我们执行改革开放出国进修任务的最大障碍。我们怀疑自己还能不能出国。我们的领队是当时在中国科学院外事局工作的翻译马雪征。她安慰我们说：别怕，这次测验只是为了解情况，不是为淘汰人。测验难度非常大，不要说你们，就是她这个专业翻译也考不好。不要说我们中国人，连英国使馆的秘书英太太告诉她，她虽是英国人，但是年纪大了，也考不好。因为这个测验词汇量非常大，速度非常快，要求被测试者不但有很好的英语水平，而且要有很充沛的精力，所以只有她的儿子来才能考好。马雪征叫我们放心，还是安心地准备到英国进修的事。虽然如此，我们这批人还是怀着忐忑不安的心情来到了伦敦。

伦敦的英语学校

到了伦敦后，一些朋友很快发现伦敦有好多英语学校供外国人学英语。他们向我驻英使馆提出请求，请求允许我们花几个月的时间去这些学校学英语，作为过渡以适应这个英语社会。我当然也提出了同样的申请。大使馆了解我们的情况，马上同意了我们的请求。毕竟过好语言关是我们这批初出国门的人首要的事。然而 Batchelor 不这样想，他不同意我在伦敦再花几个月的时间去学英语。他有他的想法，通过他的秘书，把他的意见转达到我驻英使馆。说 Batchelor 了解温某人的情况，认为他没有必要在伦敦再学几个月英语，那是在浪费时间，温某人现在应该马上参加剑桥这里的工作。她并且说 Batchelor 已经把我安排在剑桥的达尔文学院，解决他在剑桥的吃住问题。所以她请大使馆转告我，要我第二天马上到剑桥的达尔文学院报到，然后就到应用数学和理论物理系主任 Batchelor 教授这里来。至于提高英语水平的问题，Batchelor 认为那是要通过在剑桥的工作和生活来进一步提高的事。我只好中断了找英语学校进修的事，第二天一早立即赶到剑桥的达尔文学院，办好手续安排好了吃住以后就快到中午吃饭时间了，我于是准备吃完午饭下午到巴切勒那里报到。没想到这时 Batchelor 的秘书又来了电话，问我为什么还没有去系里报到。她说 Batchelor 已在系里等了我一个上午。我大吃一惊，没想到 Batchelor 对工作竟然抓的如此之紧。时间已到了吃午饭的时候，我只好用过午饭下午刚一上班，就到了 Batchelor 的办公室。一进门我就先对他表示了歉意说：“I am sorry, I am late.”（我很抱歉，我来晚了）。这就是我对 Batchelor 讲的第一句话。他随口说，还好还不算太晚。接下去我才明白这不是一句客套话。原来他们的一个学术报告会刚刚要开始，我到剑桥后，Batchelor 要我做的第一件事，就是立即参加他们的学术活动，他很了解我的英语水平，为了使我能听懂，他把 Hunt 找来，坐在我的旁边，报告人一边在上面报告，Hunt 在我身旁一边给我讲解。这就是 Batchelor 的作风，雷厉风行，一切以工作为第一，一点也不许浪费时间，立即投入工作，而语言则是要通过工作和生活来进一步提高。

Batchelor 的“英语学校”

整个剑桥，包括他的系和那个达尔文学院，就是他为我准备好的一座“英语学校”。他们要求我积极地投身于剑桥的生活之中，在融入剑桥生活的过程中来提高我的语言水平。包括学院和系里的各种 Party(聚会)，报告会，以及每天上午和下午工间休息时，到他们

系里的大饮茶室去喝茶（Morning tea（上午茶），Afternoon tea（下午茶））和剑桥的朋友们聊天，这都是学习语言的良好机会，不可以放过。达尔文学院里没有本科生，博士生博士后素质比较高的年轻人，和他们一起聊天都非常愉快。记得我第一次参加达尔文学院的一个 Party，和这些英国朋友们交谈时，他们说我的英语讲的很好，并表示很惊奇，问我的英语是在那里学的？我说是在出国前短期突击了几个月学的。他们不信。我可讲的是实话。78年夏天突击英语时，我下了很大的功夫于“说英语”。我买了一台电唱机和一套英语的灵格风唱盘与教材。那可是纯正的标准伦敦音，我每天都跟着唱盘朗读英语，我的要求很高，不仅要会讲会背，而且在音调语流语气上都要和唱盘里的英国人讲的一模一样才行，不仅如此，我还要求自己把这些唱盘里的故事背得滚瓜烂熟，要达到能够不假思索脱口而出的地步，我知道这就是要达到能用英语思维的目标。对我这样当时已是45岁的中年人而言，这要求其难度非常大。但我都能置之不顾，跟着唱盘里的灵格风一遍一遍地学习，又不厌其烦地坚持朗读下去。不管是白天还是黑夜，不管天气有多热。合肥的夏天热得让人难熬，汗流浹背，那时还没有空调，只能光着膀子来背课文。我的宿舍外面是一个露天电影场，一到周末的晚上，大家都聚在电影场，一面乘凉一面欣赏电影。这时外面太吵了，我就把门窗都关上，还拉上窗帘，这就使我更加汗如雨下，但是我不管它，继续朗读我的灵格风，一遍一遍地坚持读下去。功夫不负苦心人，时间长了以后，果然产生了点效果。有一次我躲在安徽光机所图书馆的书库里背诵我的灵格风。过了一会儿，外面的图书馆管理员小方跑了进来，发现是我在那里学英语，她不禁笑着对我说：“原来是你呀！我说书库里怎么会跑出来个老外在说话呢！”听到她这样的反映，我当时心里感到挺高兴，对进一步学好英语有了信心。现在到了剑桥，经过了在英语社会实践的检验，得到了达尔文学院英国朋友们的赞扬，就更增加了我的信心。原来我的英语并不是一无是处，听力确是我的弱项，但看来我的说英语能力还可以应付这个英语社会。我就更加积极地投身于剑桥的生活之中。有一次，和我住在同一宿舍的年轻人，可能想尝尝中国饭的味道，他们倡议，每个人轮流请客，亲自为大家做饭，每周一次。轮到我做饭时，大家都非常高兴，因为他们终于可以吃上一顿免费而地道的中国饭了。当然我做饭的水平并不高，我不会做大鱼大肉，只会做一些家常菜。但是当我在厨房里忙的时候，一位英国姑娘闻到我的罗宋汤的香味，禁不住跑到厨房里来，要求我允许她先尝一杓。喝过一杓以后，连声称好，要求我再让她喝几杓。等我做完了饭从厨房来到餐厅时，只见大家已经围坐在餐桌旁，对我热烈鼓掌表示了欢迎和感谢之意，那可真是一次难忘的晚餐。除了达尔文学院，系里的朋友们也很热情，经常有人请我到他们家去做客，Bachelor 则是在每年圣诞节时请我到他家去过节。总之在剑桥的这两年多的时间，过得既愉快又很有收益，不仅在业务上也在英语能力上。除了这些日常生活的接触外，他们更加意地培养我用英语做报告的能力。1980年，他们请我在他们的大教室做了一个 Formal Seminar（正式的学术大报告会），讲我以前在国内做的云物理。这种 Formal Seminar 他们系里每周五的下午举行一次，由全体流体力学大组的老博士生们参加。在这次 Formal Seminar 之前他们的博士生先请我在他们学生自己的 Informal Seminar（非正式的学术报告会）上讲了一遍。在达尔文学院

也讲了一遍。听起来还可以了，最后才是 Hunt 出场。原来他还是系里面流体力学大组的负责人，他代表流体力学大组邀请我给他们再作一次正式的大报告，有了前两次非正式报告的经验，所以这次做正式的大报告时，场面虽然很大很隆重，但我却很有信心，结果很成功。1981 年，Batchelor 又要我走出去，到华沙和维也纳的两个国际会议登上国际舞台，代表他和我去报告我们的最新研究成果。这是我第一次登上国际舞台，在准备报告时，他请了一位澳大利亚的朋友来听我试讲，帮我准备好这两次国际会议上的报告。报告果然也很成功，还引起了瑞士苏黎世理工大学流体力学研究所的极大兴趣，他们当场邀请我第二年到他们那里去再做一个一小时的详尽的正式大报告。这一次 Batchelor 不再找人帮我准备，在语言上他已很放心，看来我已在他的“英语学校”中毕业了。当然他还是有所指教，他要我在准备报告时要 Practice, Practice, and Practice。（练习，练习，再练习）。他这个要求我照做了，效果很好。以后我把这个习惯坚持到现在，不光在国外作报告，每次在国内做大报告时，也要先练习几次，做到胸有成竹，心中有数。

1999 年春天，韩国光州理工学院环境工程系的李揆元教授邀请我到他们那里去进行学术交流。这位教授是美国培养出来的。在美国得到的博士学位，又在美国工作了二十多年，已经是一位很有成就的气溶胶科学家，是美国气溶胶学会会刊的一位国际编委，在国际气溶胶学术界很活跃。他说得一口非常纯正非常流利的美式英语。在我报告以后他对我讲，我是他所遇到的中国教授中英语讲得最好的人。他也很奇怪，问我的英语是那里学来的。我如实以告我在国内学英语的经历。他摇摇头，表示不相信这样的经历可以学好英语。我当时也没有办法向他解释清楚。现在当我总结我当年在剑桥过语言关的历程时，我终于弄明白了，原来我还有一个在英国学英语的学历：应该说我还是 Batchelor 在剑桥的“英语学校”的毕业生。从这位李揆元教授的反映看，可以说我是“Batchelor 英语学校”的一位基本上合格的毕业生。我确实应该加倍地感谢他对我的帮助和培养；不仅在业务上，而且是在英语语言上。这里在“合格”二字前我加了“基本上”三个字，确有必要。因为直到现在，听力仍然是我的弱项，虽然是有些进步，而说英语也主要局限在我搞的课题。

又一次没有想到

在我刚踏入剑桥大学应用数学和理论物理系后不久，在 Batchelor 教授和我第一次的 interview（会面）上，他告诉我他早已不搞湍流了，这又使我吃了一惊。他说他现在搞的是悬浮体力学（mechanics of fluid suspension）。由于他看到我的履历上写有我在 60 年代初曾搞过一段云的微物理，而他认为云也是一种悬浮体，因此他接受我的目的就是想通过我的云的微物理把他在悬浮体力学的研究成果推广到云物理中去。如果我愿意重新拿起我以前搞过的云的微物理，那现在就有可能在 Batchelor 这里做下去。与此同时他也告诉我，他并没有欺骗我。他说如果我坚持要搞湍流的话，他这里也有人，那就是 Hunt。并且说到 Hunt 已在湍流领域做出了很好的工作，跟 Hunt 搞湍流也一定会得到好的结果。这真是又一次没有想到。Batchelor 教授是世界闻名的湍流专家，为了到剑桥在他的亲自指导下研究湍流，来剑桥前我还专门把他的 50 年代出的湍流名著《均匀各向同性湍流理论》又学了一遍。怎么现在会变成了悬浮体力学了呢？而且老实讲“悬浮体力学”这门学问我

当时还是第一次听到，所以更不可能当年在国内向他申请时就会想到，我可以通过我在60年代初的云的微物理来向 Batchelor 教授现在的悬浮体力学靠拢了。Batchelor 教授是一位雷厉风行的专家，他马上给了我他在70年代做的两篇悬浮体力学的文献，并要我学一下他在60年代出的流体力学名著《流体力学导论》，至于云物理学这些年的新进展，他说他们系里的图书室也订有气象学刊物，我可以查阅。此外，他还把我介绍 Hunt。Hunt 对我说他们不搞湍流的基本问题，因此我原来计划到剑桥搞湍流的间歇性问题就只好作罢。Hunt 说他们搞湍流在大气中的应用——非均匀气流中的大气扩散，并且给了我几篇他们在70年代在这方的文章。然后 Batchelor 和 Hunt 给了我一些时间学习这些文献再做最后的决定。我马上投入了紧张的学习和查阅文献的工作。一段时间以后我有了可喜的发现：原来我在60年代初在云的微物理方面的工作，在我离开云物理后，却在国际云物理学界掀起了一场风波。开始的时候以英国著名的云物理学家 Mason 教授为首的学者们起而批判我们，全盘否定了我们的工作。但后来在1977年曼彻斯特大学的 Latham 教授作了一个实验，该实验结果又否定了 Mason 教授的主张。此后1979年澳大利亚学者 Manton 等人的工作又进一步支持了我们的理论。在我来到剑桥的那些日子，风向又开始转到我们这边来了。难怪我的那点60年代初云物理工作，会引起 Batchelor 教授的重视。虽然我那时对他的悬浮体力学了解还很少，但他讲云也是一种悬浮体，无疑是正确的。既然他说可以借助我的云的微物理学把他在悬浮体力学的研究成果推广到云物理中来，那跟着他这样走下去总是不会错的。另一方面对 Hunt 文献的学习也有了可喜的发现。原来他是对烟羽在非均匀气流中的扩散有了新的发现。这些发现对以往的大气扩散理论是一次突破。他的研究结果证明与以往均匀流中的扩散不同，烟羽的宽度可以不随距离的增加而扩大，甚至会有反常的收缩现象。这马上使我联想到了我在60年代中期在北京郊区搞过的烟团扩散实验，那时我也曾发现了类似的现象。烟团宽度可以不按照 Batchelor 50年代创造的烟团扩散理论扩展，完全相反的烟团收缩现象会时有发生。当然烟团收缩的机理会和烟羽收缩的机理有所不同，但是借鉴 Hunt 的烟羽非均匀扩散理论，完全有可能创造出不同于 Batchelor 烟团扩散理论的新理论来。于是70年代末我在剑桥时就发现了当年60年代我在大气所的两个工作都是很有意义很有发展前途的成果，由此就更增加了我在科学事业上奋斗下去的信心。然而当时在剑桥我只是一个人，我不可能分身同时开展两个性质上截然不同又是全新的工作。权衡再三，我只能舍弃了和 Hunt 一起发展新的烟团扩散理论的机会，而决定跟定 Batchelor 教授。究竟他才是当代享誉世界的国际流体力学大师，直接聆听他的教诲，必会有更大的收获，机会难得啊！就这样在 Batchelor 的强有力的指导下，我的研究工作来了一次大转弯，从湍流的研究转到悬浮体力学，从高 Reynolds 流动转到低 Reynolds 流动，其道路是通过我从前搞过的云的微物理。事实已经证明这个决定对我后半生的工作会产生深远的影响。（当然，Hunt 也不是等闲之辈，1995年我在新加坡参加第六届亚洲流体力学代表大会时又遇到了他，他那时已是英国国家气象局局长。他应邀参加那次代表大会是为了在大会上给亚洲的以及与会的其他国家的流体力学家们做大会特邀报告。老友重逢在新加坡，大家自是非常高兴。）

悬浮体力学与云物理的结合

出乎我的意料，当我同意回到云物理，以向 Batchelor 的悬浮体力学靠拢时，他就先向我请教起关于云的微物理的一些 ABC 问题来。他是国际上享有盛誉的大权威，而我还是个不知名的小人物，真不知道他还具有这样“不耻下问”的精神。我于是尽我所知向他介绍了云的微物理，我告诉他云滴增长有两个基本过程。一个是凝结增长过程，另一个是重力碰并增长过程。前者主要作用在云滴比较小，大致小于半径 20 微米，后者主要作用在比较大云滴半径大于 30 微米范围，两者之中有一个著名的生长沟。现有的理论很难跨越过去，从而无法解释对流云的阵性降水问题。Batchelor 对凝结过程没有表现出兴趣。他感兴趣的是重力碰并增长过程，而这是他从来没有做过的。他当时问我，云的微物理在重力碰并研究中有考虑过布朗运动。我说没有，我告诉他，云的微物理中是使用轨迹法研究重力碰并，当然就不可能考虑布朗运动。他断然说不行。这是他多年来从事悬浮体力学研究得出的第一反映。因为在他看来，云雾也是一个悬浮体，而对悬浮体力学的研究，已经证明随机的布朗运动是悬浮粒子运动的基本特征。由此可知，在云的微物理中基本上也不应使用在重力碰并中一贯采用的轨迹分析法，这是第一点。第二点，按照流体力学和悬浮体力学的经验，即使在高 Peclet 数条件下，也可能存在一个边界层。在边界层中，布朗运动有可能不可忽略，这会对重力碰并产生直接影响。为研究边界层的影响，也必须使用粒子对的统计分布方程方法。这是在 Batchelor 的悬浮体力学和我的云物理相结合后，他马上产生的新想法。正是在这种相互切磋中产生了新的灵感火花。看来他在“不耻下问”的过程中，也没有忘记一个理论工作者的基本职责——“西风凋碧树”（此语的确切含意请参见拙著《创新话旧——谈科学研究中的思想方法问题》）。而且作为一个“凋碧树”的大家，他能一下子“凋”到 Smoluchowski 轨迹法的核心问题，尽管他从来没有做过碰并工作。后来的研究表明，当时 Batchelor 的第二点想法不对，因为在边界层里，除了布朗扩散项以外，还有 van de Waals 分子引力项，这一项是产生碰并的主要物理因子。没有它就不可能有碰并发生。但有了它，布朗扩散项就只好忽略了。因为它是一个趋于 0 的小量，而 van de Waals 分子引力项却是趋于无穷大的量。尽管如此，Batchelor 的第一点想法却无可辩驳被一再证明正确。显示出他作为流体力学一代大师的英明。

后来我才知道，这种虚心向内行人请教，并在相互切磋中抓住新问题以开展一项新工作，是他们推动科研工作的主要方法。回国后，当我继续开展在剑桥还没有作完的碰并工作时，Batchelor 还在伦敦组织过一次碰并问题的国际会议，这仍然是为了我们的工作。这种方法与我以前在中国科学院经历过的不同。那时，我们每当要开展一项新工作时，导师总要组织大家（包括导师自己）进行一次系统性的学习。但在剑桥，我没有看到 Batchelor 学云物理，也没有看到他学碰并文献；他也没有要我学悬浮体力学及碰并文献。当然在开始时，他曾要我学他的 1967 年发表的《流体力学导论》并给了我两篇他在沉降和传质上的文献。他和我的交谈，以及他在伦敦组织的碰并会议，实际上，就是他学习碰并以推动碰并研究的方法。他们的图书资料室里经常很少见到人，而同事之间的讨论问题，却时时处处都在。他们的学术交流真是做到家了，除了学术会议和报告会以外，还有饮茶

室的两次工间茶 (Tea break, (一次是上午茶 (Morning tea) 另一次是下午茶 (Afternoon tea))) 中的交流, 在个人的办公室内的讨论, 以及个人之间随时随地的讨论等等。

首战告捷

想法既已确定, 下面就应由我来解对分布方程以实现这想法。到剑桥以前, 我从来没有听说过对分布方程, 不知其为何物, 更不用说解这个方程了。对此我不免有些胆怯。这时 Batchelor 拍拍我的肩膀对我说, 不用怕。他鼓励我大胆地干, 并表示他会做我的坚强后盾。这使我有勇气, 走上了这条当时对我还是陌生的, 求解高 Peclet 数下, 不稳定系统中悬浮粒子统计对分布方程的征途。

开始的工作还不算太难。经过了一段摸索, 我终于克服了求解对分布方程外域解的困难。使用流体力学中的微扰方法, 经过努力, 我得到了该方程的外域解的解析解。我很高兴这是我到剑桥后的第一次成功。时值 Batchelor 1980 年第一次访华。等他回剑桥后, 我向他汇报了此事, 他也很高兴, 说这个解很重要, 很有意义。后来我才知道, 这主要是指我这个解突破了他十年来想把单分散沉降理论发展成多分散沉降理论, 而始终未能解决的难题, 即求稀释悬浮体中统计对分布的难题, 现在这个难题被我无意中解决了, 在这个解的基础上, 加上他的第二次近似——置边界层问题于不顾, 他就可以完成他的十年来未完成的多分散沉降理论的夙愿, 至少是完成了第一步。有关这一问题, 我们还将在后面讲到。

但是对我的碰并问题而言, 我却不能采用他的第二次近似, 置边界层问题于不顾。因为计算碰并率时的积分, 是一个球面积分, 积分面恰恰在两个粒子相撞时的碰撞面上, 这正是边界层的底。显然不解决边界层问题, 就无法计算出碰并率。为此, 我还得继续前进, 去建立边界层方程并求出边界层解。然而在这个问题上, 我遇到了一个更大的困难, 那就是内外域解相互匹配问题。

再遇难关

上节讲的我首战告捷索求到的对分布外域解析解, 它的内极限是奇点, 趋于无穷大。当时我还只会按以前学过的, 老式的 Kármán-Pohlhausen 边界层衔接方法来和边界层内域解衔接。按照这个方法, 在边界层顶衔接处就必然会发生解不光滑的问题。对分布函数的函数值本身虽然连续, 但函数的各阶导数却不连续, 在边界层顶部产生突然转折现象。对此, Batchelor 拒绝接受, 我很苦恼。后来有一次在饮茶室喝工间茶时, 剑桥的朋友们在闲谈中了解到我当时的苦恼, 于是他们向我推荐了美国学者 van Dyke 的著作《流体力学中的微扰方法》。我很快从书店买到这本书的 1975 年修订版。学习以后才知道, 在边界层求解中, Kármán-Pohlhausen 的内外域衔接方法现在已经过时, 目前人们经常使用的是一个更好的方法, 这就是内外域匹配渐近展开法。按照这个方法的原理, 要求外域解的内极限和内域解的外极限必须相等。只有在这个条件下, 内外域解匹配起来后才会光滑, 不会产生突然转折现象。但是如何才能使我的问题满足这个匹配原理呢? 显然我不能直接用对分布函数来衔接了, 因为它的外域解的内极限是无穷大, 无法满足这个匹配原理。经过许多天的紧张探索, 在一次夜深人静, 人已上床准备入睡而又无法使思维活动停下来。相反,

思维活动却是越来越活跃，越来越清晰，突然就找到了答案。既然，我不能直接探寻对分布的解。那麽，我可以通过一个变换来解决匹配上的困难。亦即 j 变换， j 的定义是对分布和它的外域解的比，这个比在外域显然恒等于1，它的内极限自然也是1，而不再是原来外域解的内极限——无穷大。按照这个思路，在内域，我不能再建立对分布的边界层方程而应转而建立变换 j 的边界层方程，同时令 j 的边界层解的外极限为1，这样导出的 j 的边界层解就自然而然地和 j 的外域解的内极限相等，从而可以满足匹配渐近展开法的匹配原理。我马上把这个新想法报告给 Batchelor。这一次他终于点头了，称赞地说“good idea!”（好想法！）于是，内外域匹配上的难题就通过引进 j 变换而解决了。

MLB 方法的成功应用

以上的工作在剑桥完成。由于后来在 Batchelor 的建议下，我参加了他的沉降工作，因此碰并工作暂停。直到我 1982 年 2 月回国，才重新启动。这时 Batchelor 和我就分散在剑桥和安徽光机所两地，通过通信继续合作。上节谈到我已建立起对分布变换 j 的边界层方程，这方程仍然是一个偏微分方程，根据流体力学和悬浮体力学中传质问题上的 MLB 方法（Mises-Levich-Batchelor 方法）有可能把边界层的偏微分方程转化为一个常微分方程，从而得到问题的解析解。这个方法又包括了三次变换：流函数 y 变换，切向自变量 t 变换以及相似变换。这方法原来是 Mises 在 1923 年和 Levich 在 1962 年提出的，后来 Batchelor 在 1979 年发表的传质问题论文中，他对此方法又有新的发展，故称为 MLB 方法。初看起来这方法不能应用到我的碰并问题，因为该方法的第一次变换是流函数 y 变换。流体力学告诉我们，只有速度场是管量场，即它的散度为 0 时，才有流函数 y 存在。这是应用 MLB 方法的大前提，而这一前提在碰并问题之中并不存在，因为两个粒子间由重力造成的相对运动速度场，并不是一个管量场，也就是说，它的散度不为 0。所以从这一点看，这方法不能应用于我的碰并问题中。然而后来，Batchelor 在一次通信中讲到，他已克服了这个难题，找到了应用 MLB 方法的钥匙。原来，他料定对粒子间相对重力运动速度场乘以某一个待求函数 $h(q)$ 后，速度场就可以由原来的非管量场变成管量场，这里 q 是极角。他用反推法找到这一函数因子 $h(q)$ 的具体形式。他先令速度场乘以 $h(q)$ 后的散度为 0，由此得到一个常微分方程。解这个方程就找到了待求的 $h(q)$ 。此后就一直使用被 $h(q)$ 乘过的新的速度场，于是现在我们就可使用 MLB 方法顺利地把边界层的偏微分方程转化为简单的常微分方程，并得到一个很漂亮的解析解。对此，我不能不叹服 Batchelor 流体力学水平之高超。他不但是善于发现问题的高手，而且也是一位善于解决问题的能人。

来自 Davis 的挑战

然而我的对流碰并新理论还没有最后完成，这理论遇到的最后一次挑战来自当时美国的一位年轻学者 Davis，此人是在我离开剑桥后才从美国到剑桥来的。他当时接受了 Batchelor 的建议，用 Smoluchowski 的轨迹分析法，检验一下我们这个新的统计理论结果，同时还要研究一下粒子惯性对重力碰并的影响，以此作为 Davis 在剑桥的博士后论文。果然让他找到了我们新理论中的一个错误。而且他证明给 Batchelor 看，这错误是致命的而且无法挽救，只有放弃。Batchelor 接受了他的意见，建议我也放弃这一工作，这工作就

被 Davis 一下子枪毙掉了。这封信是在 Batchelor 上次解决流函数难题的那封来信之后，过了几个月才来的。看来，让他接受 Davis 的意见也不那么容易。Batchelor 在这封来信中接着说，放弃这个工作他也很难受，因为他也为此化费了不少心血。但是他接着说，现在他也没有别的办法，既然是无可挽回的致命错误，那只有放弃。接到这封信后我大吃一惊。我好像迎头挨了一闷棍，被人打倒在地。然而我没有服输，而是起而应战。我想，Batchelor 是在国际上久负盛誉的大人物，成果累累，放弃一个成果，对他可能不算什么。然而我却不能，我必须奋起应对来自 Davis 的挑战。经过几天几夜的努力，我终于找到了一个新方案，它可以纠正我们那个被 Davis 检查出来的错误。我把这个新方案报告给了 Batchelor，但是他不接受。他现在有了新的想法，就很难再改变。直到 1983 年 9 月，他应邀在北京举行的亚洲第二届流体力学代表大会上，为大会作特邀报告。我们在北京再次见面了，我向他报告了我得到的最新数据。他仍然不信，不过他表示，当晚他会再仔细地审查一下我的最新数据。这天晚上，我也暗暗地下了决心。准备第二天万一他仍然不肯接受我的新方案，我就向他摊牌。在这种情况下，我就会向他提出要求，要求他同意由我一个人来发表。因为我相信这方案正确。不料，第二天他终于改变了他的想法，接受了我的新方案。这个新方案终于得到 Batchelor 的认可，并于次年 1984 年发表在中文版的《中国科学》上，1985 年又发表在英文版的《中国科学》上。悬浮粒子对流碰并中的一个新理论就这样诞生了。那么，Davis 向我发出的挑战究竟是什么？我又如何应对他的挑战呢？

原来，为要应用 MLB 方法把边界层方程从偏微分方程变为常微分方程，需要进行一次相似变换。在相似变换中，人们要把切向坐标变量和法向坐标变量组合成一个新的相似变量，代入原方程后，原来的偏微分方程，就有可能转化为以此相似变量为变数的常微分方程。这种变换不是无条件的，其条件就是要求粒子间重力相对速度的切向分量，在整个边界层中应该是常数。然而实际上它并不是个常数，它是随高度的降低而不断地减少，是一个高度的对数的二次多项式分式，很复杂。这当然阻碍我们在本问题上应用 MLB 方法中的相似变换。对此，我们采取了又一假定，即假定在整个边界层中它可以取边界层底的数值来近似。由于边界层很薄，我们原以为可以做这个近似。但 Davis 的计算表明，当人们对切向速度分量取它原来那个复杂的对数的二次多项式分式时，计算结果与我们这个近似有相当大的误差。误差之大超出了许可范围，不能采用。而如果我们不做这个常数近似，就无法应用 MLB 方法中的相似变换于本问题。也就无法得到那个漂亮的解析解，而只能转而求数值解。而数值解法却是 Batchelor 这位剑桥学派的代表人物所无法接受的。结论就只能是放弃这工作，这就是来自 Davis 的挑战。Batchelor 服了，但是我没有服。我在合肥经过几天几夜的努力，仔细地检查并分析了这个切向速度分量的对数二次多项式分式的变化规律，最后发现这基本上仍和简单的对数变化规律相似。粒子进入边界层后，它的切向速度确实随高度降低而减少，但减少的速率非常慢，只是到接近边界层底时，它才迅速地降到边界层底那个极限值。正因为如此，我们原来以边界层底的切向速度分量来近似整个边界层的情况，当然就会带来很大误差。然而正是因为有这个发现，我才能提出一个新方案来解决 Davis 给我们出的难题。那就是用切向速度分量在边界层顶的那个值为常数，来

近似整个边界层的数值，这符合对数变化的特点，应该不会产生很大误差。同时又使我们仍然能应用 MLB 方法，化边界层偏微分方程为常微分方程并进而得到同样漂亮的解析解。按这新方案计算出的数据表明，这个设想很对。Batchelor 最后也接受了它，Davis 也放弃了他的挑战，一个对流碰并的新的统计理论才得以诞生。

突破 Smoluchowski 悬浮粒子的碰并理论

新理论第一次在对流碰并领域得到了一个解析解，从这解析解中我们才能揭示出对流碰并真实的物理：当有对流碰并发生时，在参考粒子的表面会存在一个由 van de Waals 分子引力控制的边界层。对流碰并捕获系数新的解析公式说明，捕获系数和粒子在边界层顶的浓度成正比，也就是说，先由对流运动把粒子从无穷远处输送到边界层顶，然后其中的一部分在 van de Waals 分子引力势作用下，为参考粒子所捕获。很显然，Smoluchowski 当年提出的“撞击模型”没有反映出过程的真实物理。新理论的第二个意义在于，它把统计理论第一次伸展到确定论型的对流碰并中来，也就是说，统计理论不但能处理含随机的布朗运动的碰并问题，而且也能处理完全不含一点点随机的布朗运动的对流碰并问题。而这个领域原来是 Smoluchowski 的轨迹分析法所独占的。Smoluchowski 的轨迹分析法，在悬浮粒子的对流碰并领域里统治了将近七十年，这妨碍了人们对耦合碰并的研究。然而这障碍现在终于被我们打破了。这就为我后来转到南开大学物理学院后使用统计理论方法来建立重力对流和布朗运动耦合碰并理论，从而再一次突破了 Smoluchowski 两种极限碰并理论的局限性打下了坚实的理论基础。统计理论可以处理 Peclet 数从无穷大到 0 全部范围的碰并问题，从纯确定型的对流碰并经过耦合碰并一直到纯概率论型的布朗碰并。而这是原来 Smoluchowski 的轨迹分析法所无能为力的。

新理论当然还需要进行检验，但这个检验已由 Batchelor 自己做完了。对于重力碰并情况，如上所述，是由他请来的 Davis 做好。当我们把新方案展示给 Davis 后，他对这一方案也表示了肯定，并且在他后来发表的论文中引用了我们的新数据。在他的论文中他承认我们的新理论，对于重力碰并情况和他用轨迹分析法算得的一致。我们的理论也曾应用到由背景流场引起的对流碰并，如轴对称纯变形流场对流碰并。这个例子曾由美国著名胶体科学家 Schowalter 和他的合作者 Zeichner 在 1977 年使用轨迹分析法计算过。他们的数据以图形式发表，直接从图上读取数据则太粗糙。为了能进行精确的检验，Batchelor 打电话给 Schowalter，请他送几个原始的精确数据过来。Schowalter 答应了 Batchelor 的请求，并送了两个有代表性的原始数据给我们。于是我们很高兴地看到，我们的统计理论也和 Schowalter 使用轨迹分析法算得的结果一致。而且符合得比重力碰并还要好。1984 年我到南开大学后，曾指导过天津大学力学系一位研究生林红的学位论文。我建议她的题目，就是把边界层方程中的切向速度分量，不再使用常数近似，而是使用它的本来面目——高度的对数二次多项式分式，进行数值计算，求数值解。以进一步检验我们那个以边界层顶的切向速度分量来近似整个边界层情况的可靠性。林红的计算表明我们那个近似所得到的解析解与她的数值解一致。以上三次检验说明了新的理论的正确，能够以它为出发点来进一步研究悬浮粒子耦合碰并问题，特别是高 Peclet 数下的重力对流与弱布朗耦合碰并问

题。

新理论发表后，得到有关领域的同行关注，为大家所引用。特别值得提一下的是由于这理论阐明了随机事件和必然事件并非相互对立，而是可以相互转化，在一定条件下确定论型问题也可用概率论型的方法来处理。因此它也引起国际统计物理界的兴趣。我们曾在《SCI》检索中发现，在国际统计物理领域的杂志也有人引用过我们这个对流碰并的统计理论。

参加了 Batchelor 多分散悬浮粒子沉降统计理论的大工程

Batchelor 的 1972 年发表的单分散悬浮粒子沉降理论是沉降研究中的一次重大进展，然而对沉降的统计理论而言，单分散沉降的成功还只完成了任务的一半，它意味着统计理论中的两大难题他只解决了一个积分发散难题；而第二个难题，即求解粒子对统计对分布方程难题仍有待解决，只有解决这一难题沉降的统计理论才算全部完成，才能突破单分散沉降理论的局限，把理论推进到多分散沉降理论阶段。多分散体系普遍存在于自然界和工程领域，真正的单分散系统只有在实验室中采取特殊设备才能制造出来。因此在应用上单分散理论也有很大的局限性，应予以突破建立更普遍的多分散理论。在多分散体系中，由于粒子大小，成分都不同，在重力的作用下，它们各自的沉降速度也就不同，因此它们之间也就存在相对的重力沉降速度。对分布方程中重力输送项也就不为 0，对于这种多分散体系，即使仍假定粒子为硬球，不存在相互作用势，求解对分布方程的困难也不再能回避。只有解决了这一难题，才能建立起多分散沉降统计理论，而这一难题的解决是在我 79 年到了剑桥后，在我的协助下 Batchelor 才完成了这第二次突破。

在突破单分散沉降的局限，建立多分散沉降理论的过程中，无疑 Batchelor 是主角，我只起了一个配角作用，我的作用不可能更多。因为在我参加到他这个大工程中来的时候，我对沉降的了解还只停留在 1851 年的 Stokes 孤粒子沉降理论。尽管如此，这贡献却并非无足轻重。具体地讲，我的贡献有两点：第一，如前所述，我在解碰并问题时得到的高 Peclet 数下对分布方程在外域的一级近似解，这个解也就是在沉降问题中同样的外域一级近似解。这为求解全部沉降问题开辟了一条康庄道路。第二，我承担了 Batchelor 这个沉降大工程中全部数值计算工作。以上两点贡献，相对于 Batchelor 的自然很小，但很重要。尤其是第一点，应该说它起到了关键的作用。前已曾指出，从单分散沉降到多分散沉降，必须克服求解对分布方程的难题才行。1976 年 Batchelor 虽然对多分散沉降进行了初步探讨，为大家描述了多分散沉降理论的轮廓，但那只能算是一个理论框架，还不是理论的真实内容。因为那时他还未能克服这个求解对分布方程的难题。1979 年底我到了剑桥以后，和 Batchelor 一起研究我的工作，也没有提到沉降工作，只是到了 1980 年他第一次访华时，我在研究悬浮粒子对流碰并的统计理论过程中，得到了不稳定系统高 Peclet 数下对分布方程外域的一级近似解，待他回剑桥向他汇报后，才使他想起他 1976 年还未完成的多分散沉降工作，原来沉降和碰并虽是两个不同的课题，所面对的是两个不同的悬浮体系，但这个不同，在高 Peclet 数条件下，仅仅表现在内域边界层上。而对于外域解却完全相同，再加上他当时做出的第二次近似，忽略掉布朗边界层的贡献后，我那个解就成全部区

域中的解，放到沉降积分中去，就可得到高 Peclet 数下多分散沉降的统计理论了。可见我那个解在建立多分散沉降理论中所起的作用，确实很关键。然而对我来说，那倒是意外收获，是“无心插柳柳成行”。

在有了如上沉降的理论以后，Batchelor 自己又很快得到低 Peclet 数条件下的解，以及粒子大小比 λ ，和粒子和介质密度差比 γ 两个参数，趋于两个极端情况（0 和无穷大）下的解。于是多分散沉降统计理论的一个相当完整的体系就此完成了。下一步该进行数值计算。这时 Batchelor 找到我，征求我的意见，问我是否乐意把我手头上的碰并工作暂时停下来，帮他把多分散沉降理论的数值计算工作完成，我当即表示我乐意，这就是上面谈的第二点贡献。第一点贡献是“无心插柳”，第二点却是“自觉自愿”，是一次自愿地选择。这两点对沉降的贡献，使我自己的碰并工作暂时停了两年，但是完全值得，以后的发展，越来越使我认识到，当时自愿暂停两年的碰并帮助他完成多分散沉降理论，意义是多么重大，应该承认这是我那 1999 年获国家自然科学奖成果中被誉为“闪光的 8 个创新点”中，影响最深远，意义最重大，最光辉的一个创新点。当然，这“光辉”主要是 Batchelor 的，我只是“沾了点光”。然而 Batchelor 本人对我这点“光”，也作了充分的肯定，以致在 1981 年 9 月他两次让我代表他和我两人向华沙的流体力学国际会议，以及维也纳的欧洲力学学会第 144 次会议做我们这个多分散沉降新理论的报告。1982 年 2 月他又让我代表我们两人向瑞士苏黎世理工大学流体力学研究所做更详尽的多分散沉降新的统计理论报告。报告后不久，我就结束了在剑桥的高级访问学者（Senior Visitor）的生活回国。分手时，他一再向我表示感谢，感谢我对他的多分散沉降理论的贡献，他说没有我的帮助这一工作不可能完成。

还有两位外援

谈到多分散沉降理论创新点的诞生过程，还必须讲一下 Jeffrey 和大西善元的重要贡献。前者是当时在剑桥工作的一位科学家，是 Batchelor 悬浮体力学小组的正式成员，后者是来自日本的一位高级访问学者，他在 Jeffrey 那里工作。他们是 Batchelor 在 1980 年访华回来后，被 Batchelor 请来参加这一大工程。使我感到奇怪的是，Jeffrey 是悬浮体小组的正式成员，Batchelor 是这个小组的负责人，又是这个系的系主任，国际流体力学的著名刊物《JFM》的创始人兼主编，当代国际公认的流体力学大权威。按照我们国内通常的做法，把任务布置给 Jeffrey 就是了，没有什么商量的余地。但 Batchelor 却不。他是以一个平等的朋友的身份，用商量的口吻，向 Jeffrey 提出了两项建议，一是参加到沉降课题组来，为之提供有关在双球流体动力相互作用下迁移率数据，另一个是参加到云物理课题组来，还讲到这是一个很有吸引力的课题，因为云滴是非常美丽的球形悬浮粒子。但最后 Batchelor 却说参加不参加，如何参加，由 Jeffrey 自己考虑。Jeffrey 果然有自己的考虑，他接受了第一个建议，而没有接受第二个。第一个建议他也不是被动式的参加，而是把这一工作发展成他自己另外一个大工程——用他和大西善元发明的双多极展开法，全面系统地完成双球低雷诺数流体力学的计算。Batchelor 和我的大工程只是从他们的大工程中提取了一小部分数据，多分散悬浮粒子沉降统计理论就成为这两个大工程交叉的结

果。他们二人为我们提供的数据非常重要，非常关键。众所周知，要想知道在稀释体系中，在双球流体动力相互作用下的参考粒子的平均沉降速，首要的一环就应知道在双球流体动力相互作用下，流体对参考粒子的阻力。正像当年 Stokes 在完成了低 Reynolds 数孤粒子运动所受流体的阻力计算，才能完成孤粒子沉降速度的计算一样。在 Stokes 那里两件事事由他一个人完成，而 Batchelor 这里两件事是分两组人马，由四个人完成，可以想象得出此工程之大之艰巨。虽然我们的工作使用的仅是 Jeffrey 和大西善元的工程中一小部分数据，但他们仍为此付出了大量劳动。原因之一在于 Batchelor 的计划非常庞大，1972 年在完成他单分散沉降理论时，他只进行了一个沉降系数计算，得到了-6.55 的沉降系数值，而且在那次计算中由于单分散硬球模型的化简，没有必要对分布函数进行计算。现在 1982 年这次多分散沉降系数的计算，却复杂得多，即使对没有相互作用势的硬球，它还与 Peclet 数的大小有关。即使仅计算高 Peclet 数和低 Peclet 数两种极限情况，它们仍然是粒子大小比 λ 与粒子密度和介质密度差比 γ 两个参数的函数，是 λ 和 γ 两个连续变化参数所确定的两个沉降系数曲面。Batchelor 只从中选择了一些代表点，即使这样也有 90 个沉降系数需要计算，再加上在计算每一个沉降系数值时，还要进行相应 Peclet 数下，和相应的 λ 和 γ 参数下的对分布函数计算。这里的每一个对分布函数，又要在不同距离上计算它的数值，至少十几个点，算起来就有 1000 多个数据需要计算，工作量已远非 Batchelor 1972 年单分散沉降计算可以比拟。更为重要的一个原因是，为使计算结果正确可靠。Batchelor 研究并确定出好多组渐近线，它们是当 λ 和 γ 分别趋于它们各自的极限值时（ λ 的极限值是 0 和无穷大， γ 的极限值是正负无穷大）沉降系数所应逼近的渐近线。如果没有逼近这个渐近线那就是计算中出现了问题。不是我的对分布函数和沉降系数计算出了问题，就是 Jeffrey 和大西善元的迁移率计算出了问题。必须把错误找出，加以改正，这就使得我们的计算曾多次推倒重来的原因。是 Batchelor 严于律己“西风再凋碧树”精神的一个生动体现。当然也有找到了问题的原因，可就现在工作水平来看已无法解决的情况。例如在 γ 等于 1 时，对于高 Peclet 数下 λ 趋于 0 和无穷大的两个渐近线，当我们减少 λ ，计算到 λ 等于 1/8 时，沉降系数已逼近 $\lambda=0$ 时的渐近线，这个计算可以接受了，可是当 $\lambda \rightarrow \infty$ 时的渐近线却都出了问题。我们计算使 λ 大到 8 时，其沉降系数还远高于渐近线，没有降下来的意思，检查结果是 Jeffrey 和大西善元的迁移率计算出了问题。从趋势看 λ 还要进一步加大，估计要到 64，128 时才能收敛到极限值，可这已到了 Jeffrey 和大西善元双多极展开法的极限，不要说 64，128，即使把 λ 从 8 加大到 16，双多极展开法也无法计算下去。因此就只好住手，把问题留给后来人去解决了。就这样计算工作经历了一年才结束，工作从 1980 年开始到 1982 年才发表。而 Jeffrey 和大西善元他们自己那个双球低雷诺数流体力学的大工程却还没有结束，一直到 1984 年他们的工作才发表，前后共花了他们四年时间。那一年我不但早已离开剑桥回国，而且也已离开了中国科学院安徽光机所来到了南开大学。为了使我在南开的学生能继续算下去，我给 Jeffrey 写信，向他索取双球低雷诺数迁移率的程序，他很慷慨，马上就把他们全部程序都拷到软盘上给我寄来，并在来信中告诉我，这些程序较之我们 1982 年沉降工作中所用的又有了好多改进。精度提高了

许多。看来 Jeffrey 也是用同样的精益求精的精神对待自己的工作。剑桥人的精益求精的精神真是令人敬佩啊！

Jeffrey 还有另外一个贡献，是直接对我个人的。当 1980 年我答应了 Batchelor 对我的建议，帮他完成多分散沉降的数值计算工作时，我告诉他数值计算方法，计算机程序设计这方面，我以前没学过，需要一段时间进行学习。他告诉我，他也没学过，也不懂怎样编程序怎样进行计算。他建议我去找 Jeffrey，请他帮忙。这又使我很吃惊，他是应用数学和理论物理系的创始人兼系主任几十年至今，怎么会不懂计算方法，程序设计。又怎么敢居然在一个外国人面前承认这一点，他完全可以不提此事，而直接以他很忙为理由去建议我找 Jeffrey。现在看来，老老实实，不怕丢面子，不懂就是不懂，决不装懂，这正是真正的科学家本色。Jeffrey 很热情地接受了 Batchelor 的这个建议，他不仅是一位低 Reynolds 数流体力学专家，而且是一位相当老练的计算数学专家。他帮我找来一本讲 Fortran 计算机语言的书。当我学了这本书前几章并准备开始做书上的一些练习题时，他提出了新建议。要我避开书上的练习题，直接从我自己的工作开始。Batchelor 的庞大计算计划，执行起来当然要设计出一个庞大复杂的程序。Jeffrey 告诉我，不要一上来就企图编制这个庞大的程序，而要把它分解开来，逐步分解成小的单元。先编制其中的一个比较小的子程序开始，以这简单的子程序作为你的第一道练习题，然后再逐步逐步加大，增加更多的子程序。最后就可以组装成符合工作需要的大程序了。这种单刀直入，越过做书上练习题阶段，直接从工作开始的方法，很符合我们在国内常讲的“边干边学，在干中学”，很有道理，我欣然接受，比较快地进入工作阶段。编制计算程序，对于我这样一个初学者而言，难免会发生错误，开始时寻找错误还不算难，但随着程序越编越大，越来越复杂。出现了错误就越来越难查找了。计算机很听人话，程序中只要随便在那里出了一个技术性错误，它就会按照这个错误的指令执行下去，直到满盘皆错。可又很难找到错在何处，真让人着急。这时 Jeffrey 又来告诉我，要冷静，不要泛泛的查，对于这种复杂而又庞大的程序，出错时，应把最容易出错的地方先抽出来打一下，这样逐段逐段地打出来，就容易把错误之点找出并予以纠正。这方法果然很好，工作于是逐步地引向正轨，引向深入。80 年代初期的剑桥还没有进入微机时代。整个剑桥的计算工作，由设在计算机系的计算中心控制。该中心拥有巨型机，那是一个真正的计算中心。在各个系都设有相应的终端。在我们的应用数学和理论物理系里就设有好多个终端，安放在系里的一个大机房里。机房里又有三个房间，供全系师生使用。为了避开白天的拥挤，我们经常在夜间工作，一直到深夜。有一次为了查出一个隐藏在很深地方的一个错误，竟然工作到凌晨 3 点。当最后终于把这个错误揪出来并予以改正后，那时的心情愉快非常。就这样，在这个机房里工作了将近两年。终于把计算任务完成。努力结出了硕果。我最后算出的数据终于通过了 Batchelor 各种渐近线的检验。Batchelor 的这个多分散悬浮粒子沉降的统计理论就这样诞生了。

影响深远

Batchelor 教授和我的这个多分散沉降统计理论，从一开始就显示出它的魅力，引起国

际同行的浓厚兴趣。在它正式发表前 Batchelor 就委托我代表我们两人先后在波兰 1981 年国际流体力学会议上和维也纳欧洲力学学会第 144 次会议上报告，并受到苏黎世理工大学流体力学研究所的邀请，1982 年初还是由我代表专程到他们那里花了一个小时讲述我们的这个复杂而艰深的理论。在这一工作正式发表后，该理论又经历了更广泛的国际同行从不同方面对这一理论进行的检验，而最终确立了它在相关国际领域中的地位，发挥着广泛而深远的影响。其中最重要的是 1988 年和 1992 年它两次分别在高 Peclet 数和低 Peclet 数条件下的沉降系数计算，为两组不同的美国的实验胶体科学家的实验数据所证实。并先后两次载在国际胶体科学发展史上。一次是美国普林斯顿大学三位著名的胶体科学家 Russel, Saville 和 Schowalter 1989 年所著的《Colloidal Dispersions (胶体分散系统)》，另一次是在德国著名的胶体科学家 Dhont 于 1996 年所著的《An Introduction to Colloidal Dynamics (胶体动力学导论)》。特别是 Russel, Saville 和 Schowalter 1989 年的那本名著，它对沉降问题还专门辟了一章来讲述 Batchelor 1972 和 1982 关于单分散和多分散悬浮粒子沉降的两个统计理论，并把我所计算的数值结果引入于该书，同时把相应的实验数据点在计算曲线图上，说明两者基本相符，理论可信。从那时起又已经过去二十年了，这工作不但没有被人忘记，反而越来越显示出它的强大的影响力。现在每年从国际科学文献索引《SCI》系统中，总会检索出好多篇国际同行在 SCI 系列科学刊物上引用我们 1982 年沉降理论的文章，所涉及的学科范围很广，有发表在物理，化学，流体力学，胶体科学等基础学科领域的学术刊物上，也有发表在应用研究和各种各样的工业技术上的学术刊物上，说明 Batchelor 教授和我的这一多分散沉降理论已成为这一领域中国际公认的经典理论，展现出它的强大的生命力，成为我那 1999 年获国家自然科学奖的成果中被誉为“闪光的 8 个创新点”中最为辉煌的一个创新点。当然这个创新点的主要发明人是 Batchelor 教授，我只不过是他的一个助手。然而，物体在地球重力作用下的沉降问题是人类理解自然历史中的一个非常重要的永恒课题，在这个研究历史长河中，刻印着 2300 年前的亚里士多德，中世纪的伽利略，近代的牛顿以及 19 世纪的国际流体力学大师 Stokes 等科学巨人的光辉名字；而 Batchelor 1972 和 1982 的这两个成果，则是人类理解重力沉降现象历史中在 20 世纪下半叶出现的又一座新的光辉的里程碑。能够有机会成为他的助手，帮他建立起这样一座光辉的里程碑，我感到无比荣幸和自豪。证明我当年在剑桥的选择完全正确。

Batchelor 教授的作风特点

短短的和 Batchelor 教授工作和生活的两年多来，对他的为人和作风有了一些粗浅了解。现归纳有如下几点：

平易近人，实事求是；

奋力拼搏，科学的方法；

灵活的战术，坚定的方向；

“凋碧树”的大家，“再凋碧树”的巨星。

下面我们从几件小事来看 Batchelor 教授的这些作风特点。

称呼问题

称呼问题是在我和他第一次 interview（会面）时就发生了。当时我称他为：“Professor Batchelor!” 这很平常，通常在国内我们在和一位教授谈话时，就是这样讲的：“张教授！”或者是：“李教授！”如果对方是位学问很大，水平很高的长辈，则更应称呼为：“张先生！”或者是：“李先生！”（这里“先生”二字是高校和学术界对长者的尊称，与一般社会上讲的：“某先生，某女士”不同。）不料，Batchelor 却很不高兴地纠正我说：“不要这样叫我，今后你对我讲话时，请直呼我的名字：“George!（乔治！）”就行了。”这顿时使我诚惶诚恐。我说：“这怎么行？！在我国国内，直呼其名只有长辈对晚辈才行。至于平辈，只有是很亲密的平辈才可以这么称呼。至于学生对老师说话在我国国内是绝不可以直呼其名，这是对老师的大不敬，是犯错误的行为。”但他却很坦然地对我说：“那是在你们中国，而现在，你是在我们剑桥，得按照我们的规矩行事。”我就只好“入乡随俗”了。而且确实后来我发现系里的人，不论是老师，还是研究生，博士生，大家在谈起他来时都是讲：“George 如何如何”，从来没有人讲：“Batchelor 教授怎样怎样”，我自然而然地也就随大流了。

博士生交谈时的情景

这件事发生在应用数学和理论物理系办公楼一楼的大饮茶室。有一天在工间茶时间，许多人都到这里来喝茶，所有的座位都坐满了。这时 Batchelor 走了进来，在柜台上买好了他的一份饮料后就来到饮茶室的大厅里来。奇怪的事是没有人让座，他就站在那里端着他的茶杯静静地喝。后来他发现了一位博士生，他有话要和这位学生交谈，于是就走到了这位同学面前和他交谈起来。使我惊讶的是这位同学在这种情况下仍然没有让座，他就坐在那里和站着的 Batchelor 教授侃侃而谈。更让我吃惊的是在他们两人谈着谈着的过程中，忽然有必要 Batchelor 教授掏出了一个小本子要记点什么，这时 Batchelor 就把他的杯子放到身旁的小桌子上后，一只腿跪了下来，然后把小本子放到自己的膝盖上写了起来。就是在这样的情况下博士生居然也没有让座，而是很坦然地坐在那里眼睁睁地看着 Batchelor 教授跪在自己的面前写字。这太不可思议了，这种事若是在国内根本不可能发生，否则那位同学会受到谴责的。而在剑桥这里却发生了这样的事，并且竟然也没有人站出来批评这位同学。此事于是就深深地刻印在我的脑海里，至今无法忘怀。

Batchelor 教授这样对下属布置工作

本文前面谈及 Batchelor 教授在安排 Jeffrey 和我参加到他那个多分散悬浮粒子沉降大工程里来时就已指出，他不是以一个上级对下级下指示下命令的方式来布置工作，而是以一个平等的朋友的身份来向对方提出建议。当他向我提出这一建议时他甚至使用了一个非常客气的提法：“Are you willing to do this work? ”，这里他使用了“willing（乐意）”一词，而不是通常的问话：“Will you?” 或“Would you? ”。这使我感到非常意外。言外之意 Batchelor 是认为我可以不乐意，在那样的情况下我就完全可以不去执行他的指示。这怎么可能呢？不执行导师的指示那对我们而言是绝对不可以的事。回想起“文革”前我在中国科学院工作时，那时的领导要求我们：“专家的意见，就是党的决定，大家要坚决执行。”对比这两种在科学研究中的不同的上下级关系，两者之间真有天渊之别啊！Batchelor 有

一次谈起他这样做的原因。他说：理论工作是一种高强度的思考工作，这种情况只有在思考者自觉自愿时才会发生。当他没有自觉时，你就是整天在他身旁不停地说：“Thinking! Thinking! Thinking!”（思考！思考！思考！）那也不会奏效，这时的思考者就不可能真正开动起他的脑筋来思考。因此，Batchelor 教授有一句名言：“Maximum freedom in hands of good people!（要选好优秀的人才，然后给他以最大的自由）。”Batchelor 教授对他下面的人布置工作时的做法，正体现出他在领导这个理论物理系时的指导思想，此事我们还将要在后面提到。当然，领导者除了选好人才以外也不是完事大吉无所作为，放任自流对于学术单位的领导者也是不能允许的。Batchelor 教授的领导思想的另一方面就是：在日常工作中，建立起并组织好制度性的高频率高水平的学术活动，这是一个学术单位领导者调动下属人员思考学术问题积极性的一个基本方法。Batchelor 教授甚至把组织这种类型的学术活动提高到一个学术单位领导者的基本职责上来。这都是一些很重要的问题，我们将在本文后面还会再度提到它。

实事求是两例

本节的实事求是是指对自己的估价问题。这方面的两个例子前面已经提到过：第一个例子是：他不隐瞒即使是在自己的学术领域里还有他不懂的东西。当我向他求教计算数学和编制计算程序问题时，他不怕向我坦承他也不懂计算数学和编制计算程序，这对一位应用数学和理论物理系的创办人和领导人而言是十分难能可贵的。另一个例子就是他也敢于肯定自己的成就，谈到他自己的成就时，一点也不扭捏作态不好意思。当他知道我以前只在 50 年代北大上学时，学过一点前苏联学者库兹涅佐夫为工科大学生写的流体力学教程的时候，他断然向我提出，这不行。以这样一点流体力学的基础，是无法胜任我当时在剑桥的工作的。为了能跟上时代的发展，我必须学一学他在 1967 年写的《流体力学导论》。在我学了以后才懂得他这本书确实是流体力学教科书领域里一个划时代的新发展，这已有国际上的公认。大家都承认 Batchelor 教授的这本书是每一位现代流体力学工作者必读的参考书。孔夫子说过：“知之为知之，不知为不知，是知也”。能够做到这一点是很不容易的事，特别对于一位学术大家而言。可是 Batchelor 教授却能做到这一点。在和他有关的知识领域，他即不神化自己，也不矮化自己，他才是一位在流体力学上有真知的学术大家。

奋力拼搏，分秒必争

本文开头讲到初到剑桥时他要求我马上参加他们系里的学术活动，这件事说明 Batchelor 教授对在他那里工作人员要求他们必须不浪费一分钟分秒必争地投身于工作。实际上他对自己也是这样严要求。他每日的工作日程都排得满满的，几乎每天都要工作到最后到下午 7 点左右后才下班。那时天都已经黑了。他的办公室在系办公楼的三楼。每天晚上他下班时，出了他的办公室后他就一路关上楼道的照明灯，一直关到电梯处，因为一般而言 Batchelor 教授相信这时系里的人早就下班了。你什么时候看到楼道里一片漆黑，那就是说 Batchelor 已经下班。另外，我们初到剑桥时，国内还是六天工作制，但剑桥已是五天工作制了。可是每到星期六的第一个休息日 Batchelor 却仍然到系里来工作，此时全系已经空空荡荡没有什么人了。只有 Batchelor 还在他的办公室工作，当然在这样的情况下，他的秘

书也会来上班。除此之外，悬浮体力学组的一些骨老师有时也会来。显然整个系里 Batchelor 的这个课题组是最勤奋也是最辛苦的。最令人感动的是圣诞节前夕的平安夜。这相当于我们的阴历年的除夕。在 1980 年平安夜的晚上，我从大街上走进应用数学和理论物理系的院子里看系办公楼，大楼是一片黑暗，大家都早已回家和家人团聚过节去了。然而还有一间办公室的灯光通明，那就是他的办公室，Batchelor 还在工作，这真感人！他那时已年过六十，但还是这样拼搏不已，他才真是“春蚕到死丝方尽，蜡烛成灰泪始干！”记得也是那一年，由于我早已从《世界名人录》上查到了他的生日，于是早就准备好了给他的生日礼物，那年刚好是他的六十大寿。我在他生日的那一天把礼物送给了他。没想到他接过我的礼物连声称谢后又说了一句：“我的生命又少了一年。显然，留给我的时间不多了，我应该更加抓紧工作才是！”这真使我又吃了一惊。我感到非常意外，在国内生日是喜事，六十大寿更是个应该大大庆祝的喜庆日子。没想到，对 Batchelor 教授而言，大喜的日子竟变成了如此伤心的日子。从此以后，我就再也不敢在他生日时给他送生日礼物了，免得再引起他的伤感。

科学的工作方法

在学术问题上，光有拼搏精神还不行，还得有正确的工作方法。Batchelor 教授曾经讲过，所谓理论物理，就是指用数学方法解决物理问题的一门学问。然而可惜的是数学家并没有为物理学家准备好求解各种物理方程的灵丹妙药。怎么办呢？一个办法是求方程的数值解。可数值解常常使人看不出过程的物理本质，就谈不上是理论。于是最好是求出方程的解析解，只有解析解才能使人们看清该问题过程的物理本质。在这方面，Batchelor 教授就提出了他自己的求解析解的办法。也就是他常说的：“要把物理思想注入于数学之中才能解决问题（To inject physics into mathematics!）”。这是他治学经验的结晶。在我 05 年出版的《创新话旧——谈科学研究中的死刑方法》一书中，我已经总结出三种方法，这三种方法都可以把物理思想注入数学之中以化解数学难点最终求出解析解的途径。亦即：建立好物理模型以化解数学难点；引入各种近似以化解数学难点；引入各种变换以化解数学难点。以上这三种方法的基础都是要对所面临的物理问题有高超的物理洞察力，而 Batchelor 教授正是这种以高超的物理洞察力来驾驭这三种方法以求解数学难题的大师。感兴趣的读者，可参阅我 05 年出的那本书，此处不再重复。

灵活的战术，坚定的方向

Batchelor 教授搞研究当然有他的计划，但他并不拘泥于原定计划，相反，他的灵活性却非常大。本文前面讲的我刚到剑桥时，他和我最初商定的研究布朗运动对悬浮粒子的重力碰并影响问题，就是一例。那时，他并没有和我谈起以后还要做多分散悬浮粒子的沉降问题。只是到后来，他看到我求出了高 Peclet 数下对分布方程的外域解后，他马上看出这个解可以解决高 Peclet 数下多分散粒子的沉降问题。此时他就断然建议我把原来的碰并问题停下来，而改做沉降问题。结果完成了这个原定碰并计划外的沉降大工程。此外，在更大的研究课题上他也是如此。20 世纪 40 年代后半段，他从他的家乡澳大利亚来到剑桥，师从那个时代的国际流体力学大师 G.I.Taylor 搞湍流研究。后来他果然在湍流研究中作出

了出色的贡献，50年代就出版了湍流领域的一本经典著作《均匀各项同性湍流理论》，影响深远，成为享誉世界的又一位湍流专家。然而到了60年代，他却突然停止了这方面的研究，而转向流体力学的教学，在此基础上于1967年出版了他的《流体力学导论》，此书也就很快地成为在国际上影响力很大的新一代的流体力学教科书。但是从70年代起，他又把他的方向转到了另一个方面：悬浮体力学，它是流体力学和胶体科学之间的新兴的交叉学科。在这个新领域又能很快地做出了杰出贡献。从湍流到悬浮体力学，对象就从高 Reynolds 数流动转向低 Reynolds 数流动，这是又一次的大转弯。看来，Batchelor 教授就是在流体力学这个大海里“自由地”游来游去，而到处都能得心应手。尽管 Batchelor 教授在具体课题上有转来转去随机应变的作风，但他在研究大方向上却坚持有三个不变。第一，始终不离开流体力学的主体。他可以向胶体科学伸展，他也可以向云物理学伸延，但万变不离其宗，他始终坚持以流体力学为主。第二，始终不离开概率论随机过程论这个数学工具。从湍流到悬浮体力学，看似大转弯，研究对象从高 Reynolds 数流动转向低 Reynolds 数流动，但实际上数学工具概率论随机过程论却仍然不变。这他在搞湍流时就已打下了很好的基础。第三，不离开实验能精确检验的课题。悬浮粒子的碰并和沉降是悬浮体力学的两大课题。两者都很重要，而前者更是胶体科学的中心。但是对这一课题，他只和我搞了一次对流碰并新的统计理论以后就再也不搞了。不像沉降 Batchelor 从 1972 单分散沉降到 1982 多分散沉降前后他竟然搞了十年。为什么？我想原因之一就是沉降可以精确测量，理论可以受到严格的实验检验。而碰并，虽则它是影响胶体稳定性的关键因子，因而是胶体科学的中心课题，胶体科学工作者对此有非常多的研究。但由于测量上的困难，至今它只有定性的实验检验，因此 Batchelor 对它的兴趣就不大了。而且果然，他在悬浮体力学上其它的几个理论成果，都是能由实验严格定量检验的课题，而且果然都得到了实验科学家的实验证实，很了不起。可以说，正是他在研究大方向上坚持了三个不变，在具体研究课题上又能灵活掌握随机应变，这才造就了他的成功之路，使他成为 20 世纪下半叶新一代又一位国际流体力学大师。

“凋碧树”的大家，“再凋碧树”的巨星

所谓“凋碧树”即是我在《创新话旧——谈科学研究中的思想方法问题》一书中谈到的“西风凋碧树”的境界。就是说在基础科学理论领域中工作的人要做“西风”。他必须对现有的理论有批判的能力，要善于发现现有理论中的问题。所谓“再凋碧树”即是我在同一本书中谈到的“西风再凋碧树”的境界。就是说一个理论工作者还必须要有批判自己的理论成果的愿望和能力，他不仅要善于发现别人的问题，也要勇于并且善于发现自己理论中的问题。我在本文前面谈到的 Batchelor 在听到我第一次向他谈起 Smoluchowski 的碰并理论时，就能敏锐地指出 Smoluchowski 碰并理论的问题，说明他确是在理论工作中的一位“凋碧树”的大家。而在本文前面讲到的他请来 Davis 检查我们这个当时还没有正式发表的碰并新理论中的问题，就说明他也是理论工作中的一位“再凋碧树”的巨星。在研究工作中达不到这两个境界就无法在国际上赢得人们的尊敬，赢得国际公认的权威地位。当然，还有一种情况，那就是自己的“碧树”，被别人的“西风”给“凋”出问题来了，怎

么办？这里，Batchelor 也有一个例子。那就是他的多分散悬浮粒子沉降的统计理论在 1982 年，在他于 50 年代创办并一直主编的著名的流体力学刊物（J.Fluid Mechanics 《JFM》）上发表后发生的事。没有想到第一个来检查这个多分散沉降理论的竟然是自己人，是 Batchelor 的悬浮体力学小组的 Hinch 和 Raillison！这两位朋友自己的课题并不是沉降，他们之所以要检查 Batchelor 沉降的理论正确与否，是因为他们的研究要用到这个 Batchelor 和我刚完成的沉降理论中所提供的数据。他们并不因为 Batchelor 是个久经考验的国际公认的大权威，并且是自己的顶头上司，就放弃自己的独立思考。他们是用同样的“西风凋碧树”精神来对待自己的顶头上司 Batchelor 的成果。只有经过他们自己检验证明是正确的，他们才采用。这就是剑桥学派的作风。他们采用另一种方法重新推导了 Batchelor 多分散沉降的理论，果然让他们发现了问题，这问题不是出在我的计算工作，也不是出在 Jeffrey 和大西善元所提供的迁移率数据；令人十分遗憾地是，这问题竟然出在 Batchelor 自己身上。原来 Batchelor 在推导低 Peclet 数沉降系数计算公式的过程中，有一项的符号弄反了，导致低 Peclet 数沉降系数计算结果全错。当然，这是个技术性的错误，不是概念性的错误，纠正它并不困难。这两位剑桥的朋友把这个结论显示给 Batchelor 看，Batchelor 看后承认了自己的错误，并在第二年，1983 年在同样是由他自己主编的《JFM》上发表了一篇纠正自己错误的短文。在这篇短文中，他坦白承认自己在头一年在《JFM》上发表的多分散沉降理论中，关于低 Peclet 数下的沉降系数的计算公式有错，并在该文中给出了纠正错误以后正确的新结果。这个教训是深刻的，它说明人类认识客观世界理解客观世界是一件十分复杂十分艰巨的事业。在这个事业中，不管是你是多大的权威，也不管你对自己的工作多么的小心谨慎，也难免会犯错误。出了错误应该怎么办，这里 Batchelor 教授也提供了一个范例：那就是及时地公开地承认错误，在什么地方出的错误，就在什么地方公开地纠正，一点也不隐讳，这仍不失为一个大科学家的本色，特别值得基础科学领域的权威人士们学习。事实上，一个学术权威能迅速地公开地承认并改正自己学术上的错误，这不但不会影响到他的威信，反而会更能增加同行们对他的尊重和热爱。反之，则既得不到同行们真正的尊敬，也得不到同行们真正的爱戴，只是遗憾地损害科学事业健康正常地向前发展罢了。

Batchelor 教授在这个问题上提供的范例恰恰能很好地说明了这个道理。正是由于 Batchelor 能够及时地公开地纠正了自己的错误，就仍然能赢得这个领域国际同行的承认，并使自己的名字仍然能载在人类理解地球重力沉降现象光辉的历史之中。1983 年 9 月，他应邀参加了在北京举行的亚洲第二届流体力学代表大会，并在大会上作了沉降问题研究进展的特邀报告。报告受到与会代表的热烈欢迎。大会同时还邀请了几位来自美国的著名流体力学家向大会作特邀报告，他们的报告也同样受到热烈欢迎。然而从他们各自所受到的来自大会的各国代表的闪光灯照相照明来看，很明显地还是以 Batchelor 教授为最。在他报告的过程中，从始至终就不断地从大会的各个角落里，与会的各国代表们都把他们的照相机镜头对准了 Batchelor 教授作报告时的身影并发出给他照相的闪光灯照明，于是大会会场就始终是一片耀眼的闪光灯光，它们聚焦在正在做报告的 Batchelor 身上。机会难得，难得这位国际流体力学大师能亲临那次盛会给大家作报告，与会的各国代表大家都不想丢掉这个好机会，

要把 Batchelor 教授的情影留在自己的相机里，以作永久的纪念。事实证明他才是那次出席大会的最耀眼的明星！报告后，我向他说了我的感受，我说：“你才是今天大会上真正的 Star！”他有点不好意思地笑了。

Batchelor 教授和我们座谈

这件事发生在，在剑桥大学应用数学和理论物理系主任 Batchelor 教授的办公室。参加的人有邓述慧：她是当时在英国访问的中国科学院的一位领导。何国纬：他是当时我驻英使馆在科教方面的一位负责人。崔长庚：他来自中国科学院物理研究所，当时在剑桥大学材料科学系里进修。贾复：他来自中国科学院力学研究所，当时也在 Batchelor 教授的这个系里进修。再有就是我自己，我当时是从中国科学院安徽光机所到 Batchelor 教授这儿来进修的。座谈会的目的是想请 Batchelor 教授向我们谈一下他的办学经验。Batchelor 教授答应了我们的请求，并且热情地接待了我们。他很详尽地介绍了他的办学经验，回答了我们的问题。没有想到他的兴致很高，在他的办公室谈完了以后，又亲自率领我们参观了该系的实验室。在剑桥的两年多来，我们还从来没有看到他亲自接待外国代表团，何况我们也不是一个正式的代表团，结果他竟为我们的到访花去了他三个小时的时间，到五点半才结束。考虑到 Batchelor 教授是一位惜时如命的大科学家，这真是不简单的事啊！充分地表现出 Batchelor 教授对中国人民对中国的科学研究事业极大的友好感情和热望！可惜的是我们的录音机没有弄好，录音效果很差，大部分过程都没能录下来。后来只有由我和贾复根据我们各自的记忆与了解，分别写成了两份报告材料。这里主要是根据我当时写的那份报告材料，同时也参照了贾复的报告材料，向大家介绍我们那次访问 Batchelor 教授的主要情形，以供大家参考。

Batchelor 教授的另一个事业

Batchelor 教授是一位很全面的大科学家。他不仅是位搞学问的大家，而且也是位搞事业的能手。在他的一生中，除了他在悬浮体力学和湍流研究上的杰出贡献外，他在组建科学事业上也有两项杰出的成就。其中之一，就是前面已经提到过的，50 年代他所创办的并一直连任主编到他退休为止的流体力学杂志。到我们访问他时才仅仅 20 多年的功夫，就使这一学术刊物迅速地从无到有发展成国际流体力学界举足轻重的刊物。第二个成就就是我们现在要谈到的他这个系。原来剑桥大学虽然是一所几百年悠久历史的著名学校，但是他这个系却很年轻，说起来比我们的共和国还年轻 10 岁。是 Batchelor 教授一手在 1959 年把这个应用数学和理论物理系（D.A.M.T.P, Department of Applied Mathematics and Theoretical Physics）组建起来并一直连任这个年轻的系的系主任到他退休为止。也就是说在我们访问他时，这个系才有 22 岁。时间虽不长，但这个系却已在国际力学界特别是国际流体力学界以及国际理论物理学界占据了一个相当显赫的地位。举世闻名的国际理论物理学大师霍金教授（Professor S.W. Hawking），就是这个系一手培养出来的。原来霍金教授是 1966 年才在这个新建的系里取得了博士学位，然后就留在该系工作。短短十几年的功夫，霍金教授在天体物理中黑洞理论上的学术成就，使得他在国际物理学界已经赢得了很高的赞誉。当时我们听说说，霍金教授在黑洞问题上的理论，如果能得到实验证实的话，

他的名字将可以和爱因斯坦并列。因此，可以说该系在培养霍金教授上的成功是 Batchelor 所创办的这个系在培养人才方面取得的最为辉煌的一个成果。此外，Batchelor 教授的这个系还聚集起了一大批各门学科的精英。这个系不大，正式成员才有 30 人。但其中拥有英国自然科学领域中最高荣誉称号 F.R.S.(Fellow of Royal Society,直译是皇家学会会员，意译可译为皇家学会院士)的学者当时竟然多到 7 位。此外，该系当时还有 14 位成员在 12 种国际学术刊物中担任国际编委。该系的成员还经常被各种国际会议请去作特邀报告。由此可见，Batchelor 教授的这个系虽然是一个不大的新建的集体，但其在国际上的影响之大和地位之高，却远远超出了它不多的人数和它不长的历史。因此，向他请教他办系的成功经验，以便吸收那些精华为我国科学研究事业现代化服务，就成为我们这次访问的目的。

Batchelor 教授办系的指导思想

Batchelor 教授对我们说，1959 年他感到有办一个应用数学系的必要。但是应用数学涵义很广，它不仅包含了物理学中的应用数学，而且它已广泛地渗透到其它学科中去。例如社会学，经济学，生物学等等。所以在办系之初就应该明确，我们要搞的是什么样的应用数学。对此，Batchelor 教授在应用数学后面加了一个限定，那就是理论物理。亦即 Batchelor 教授要搞的是物理学中的应用数学，它仅仅是渗透在从经典物理到理论物理范围内的应用数学，也就是理论物理。Batchelor 教授进一步强调指出，应用数学并不是你在物理学中遇到了一个什么问题，你的变量可以用一个方程去描述。然后你将采用什么样的数学技巧来求解。Batchelor 教授说他所讲的应用数学不是这个意思，而是指在运用数学思想的同时，要运用物理思想。要把物理思想注入于数学中，这才能解决问题，这才是我们所讲的应用数学。这里 Batchelor 教授特别强调了“注入”一词，即强调了“inject”一语。他继续说，当时在剑桥已经有了这样一批朋友，他们有着这样共同的兴趣。在此基础上，Batchelor 教授就去和大学当局商量，终于取得了学校的支持，1959 年学校就在 Cavendish 实验室（即剑桥的物理系）中拨了几间办公室集中了 23 人，成立了这个系。五年以后才得到后来的这所建筑物。发展到现在这样的规模。正式成员有 30 人，此外还有 40 个博士后，30 个访问学者，60 个博士生。

Batchelor 教授如何选拔人才？

当我们问起 Batchelor 教授他如何选拔人才时，我们问他是根据候选人发表的论文数量还是质量？是出论文的速度还是水平？是论文出在什么级别的杂志还是引用次数？他回答说都不是。他说他选人只看他的创造性，特别是原创性（Originality）。科学研究的关键是要创新，最重要的是要能做出原始创新的成果。所以，到底候选人在我们所感兴趣的领域有没有原创性，即原始创新的精神，就成为他这个系选拔人才的唯一标准。当然这是一个非常高的标准。同时，他也承认这是一个很敏感的问题，有时会引起有关人们的激动，这时他们会组织一个小型的委员会来讨论，也允许候选人到委员会来申诉。他继续说，实际上考察一个人应该是历史地全面地来考察。在剑桥大学，我们是很幸运的。我们能够从他的大学生时代，研究生时代，博士后时代各方面的表现全面地加以考察。这样就比较准确客观。这正是把大学教学和科研结合起来的西方这种体制的优越性之一。Batchelor 教授还

再三强调选拔人一定要选择最优秀的人才。这样的人不会多，所以他这个机构就必然是“小而精”，宁缺勿滥。他还说到选拔人还应在他“运动”过程中来考察。虽然他们系中的成员有好多是本系自己培养出来的，但是 Batchelor 教授说：一般而言他们在我们这里都不能在毕业后马上就留校工作，而是在外面工作一段时期后看他们在外面的表现，然后再回来竞争一个更好的位置。这样可以避免近亲繁殖的缺点。

Batchelor 教授如何安排系里的科研工作？

Batchelor 教授这个系的科研成果是非常惊人的，然而我们却看不到他们每年在忙于制定研究规划，选择研究课题，检查研究进程，总结研究经验。不像我们那时的科学院情况。那时我们每年年初都要开会讨论研究方向，大家一起来讨论研究规划，然后年中领导还要组织各种检查，到了年底还要再开会总结评比。大家要开的这类会议很多，实际上都是些行政性质的会议，似乎忙得很，但效果却很小，没有出过什么像样的成果，对比 Batchelor 教授这个系差距就太大了。因此，借此机会大家就请 Batchelor 教授谈一下作为一个系主任他是如何领导这个系的科研工作？如何安排全系的科研方向，科研规划和科研课题的？不料，Batchelor 教授却回答说，作为系主任他不干预系里老师们的科研工作。他再三说道：

“不要干预，要给他们以最大的自由。”这时他就讲出了他那句名言，“选好优秀的人才，然后给他以最大的自由 (Maximum freedom in hands of good people)！”他说他们都是些最优秀的人，他们之所以勤奋工作，是因为他们都热爱自己选定的工作。他们知道应该做什么，并且知道如何去做，在这方面就不再需要领导去做工作了。然后他再次强调了他那句话：“理论工作是一个高强度的脑力活动，因此这里需要的是人们的高度自觉，如果没有自觉，你就是整天在他的身边讲：“Thinking! Thinking! Thinking!(思考！思考！思考！)”那仍不会产生任何效果。“这使我想起了他和我谈工作时的情景，以及他和 Jeffrey 谈工作时的情景，看来他对他这个指导思想确实是身体力行的。他并且向我们讲了一个成功的例子，就是系里的 Dr. Huppert 在开创地质流体力学上的贡献。他说 Huppert 在把流体力学中的双扩散理论(double diffusion)引入于地质岩浆流动问题研究之中，从而对开创地质流体力学做了出色的贡献。可是 Batchelor 却讲这个成功完全是 Huppert 自己的主动结果，而 Batchelor 却对此事没有作过任何的推动工作。当然，Batchelor 也承认作为系主任他对全系的科研工作也不是绝对地放任自流。无所作为，也是不应该的。例如他讲到，系里建立并开展数值分析的研究，就是他根据全系开展工作的需要提出来的一个例子。

Seminar (学术报告会)

在访问中间休息时，Batchelor 教授带领我们到一楼他们的大饮茶室去喝茶。然后他指着那里的墙上挂着的大布告牌对我们说：“这上面写满了本系各大组在本周的重要的 Seminar 活动。”他接着说道：“如果在上课期间，有哪一周这个布告牌是空白，该周没有重要的学术活动，那就是我的失职。”看来他把组织全系的 Seminar 活动看成是一个学术机构领导者的基本职责所在。这真是聪明的办法，比起我们那时的科学院让大家经常开行政性质的会议来讨论工作计划检查评比强多了。他接着指出，这种学术讨论会上要讨论的是你这个工作的基本物理思想，而不是工作的细节和解题的数学技巧。这种讨论才会对

学术发展起正面地推动作用。他把这种讨论叫做思辨性的讨论 (Speculative Discussion)。在这样的指导思想下, 该系每个课题小组和业务大组的负责人, 主要工作也是如此。他们都有非常广阔视野, 他们都关注着本组, 本系, 本校, 外校, 以及国际上本学科的最新进展和学术动态。每到学期之末就开始筹划下一学期本组将要邀请什么人来做报告, 联系好后就出安民告示, 讲清楚下学期本组的每周的 Seminar 安排。于是, 这个系就非常热闹。经常有来自世界各地的科学家们, 到这个系里来做报告, 这个系实际上也就成为一个长年不断的小型的国际会议。这个系的老师们也就非常忙, 忙于开会, 不过不是我们在国内常开的那种行政性质的会议, 而是学术报告会。每周每人至少要参加两次 Seminar。以流体力学大组为例, 每一个成员每周至少要参加本课题组的 Seminar 一次, 然后是周五下午参加流体力学大组的 Seminar 一次。这个系的老师们实际上就始终处在不断的高水平的学术思想交锋之中, 难怪他们出优秀的学术成果效率有这么高。除此之外, 他们的工间茶 (Tea Break) 制度, Batchelor 教授也十分重视, 认为那是一个更随便的学术活动场所, 更方便的学术交流的场合, 不可放弃。实际确实如此, van Dyke 的那本名著《流体力学中的微扰方法》就是在一次工间茶时间喝茶时剑桥朋友们推荐给我的。这本书确实对我后来解决内外域解匹配难题时起了很好的关键作用。在我结束了剑桥的进修工作回国时, 他还再三嘱咐我要把剑桥的 Seminar 制度, Tea Break 制度引入中国的学术机构中来。他说: “这肯定会对你们国家的科学事业发展起到良好的推动作用。”

Batchelor 教授如何管理这个系

Batchelor 教授说他对这个系的管理工作总的要求是小型化, 分散化。所谓小型化, 就是指系的管理机构要尽量小, 他不搞很大的官僚机构来管理。全系的日常工作就由他的秘书一人来做。此外, 她还负责全系经费的管理, 监查和结算。从学校拨下来的经费由他系主任来决定如何分配。遇有问题一般在 Tea Break 时间商量一下就可解决。他不花很多时间在管理工作上。Batchelor 教授还说道, 他不想在他这个系搞很多的层次。确实, 在他这个系里很难让人们感觉出有什么上下层次等级之分。每一个学科只有一位教授。只有在该教授的办公室门上可以写明他的职称 Professor。其他人的办公室, 不管你是副教授 (在剑桥这职称叫 Reader (读者)), 也不管你是讲师, 或者是博士后, 在办公室的门上一律不写职称, 只写学位 Dr. (博士)。大家在日常工作中相互之间称呼, 也都一律按照 Batchelor 教授的规定, 直呼对方的名字, 不说对方的职称, 也不说对方的职位, 他们从不称呼人为某某院长, 某某主任, 某某教授或某某院士(F.R.S.)。在这个系的组织结构里, 职称和职位可以是相反地组织起来的。组长可能是一位博士后, 而教授, 副教授, 讲师却可能是组员。很明显 Batchelor 教授力图从管理结构上能营造出这个系有一个平等的学术气氛。好让大家在这个系里日常的学术讨论中确实能做到没有任何顾虑, 畅所欲言, 达到百家争鸣的境界。管理工作上的分散化 (decentralization)是指系主任并不是大权独揽, 一个人说了算。而是尽可能的把权分散开来。特别是分散给各个学科的教授。这里有一个例子。和我们同去剑桥 Batchelor 教授这个系进修的一位年轻朋友想把自己的身份改一下, 从访问学者改成博士生, 想到该系另一位教授那里去读博士学位。他向系主任 Batchelor 提出了申请,

但是很遗憾，他被 Batchelor 否决了。可是这位年轻朋友很坚定，他并不因 Batchelor 的否决而气馁，相反，他找到那位教授直接向他提出了这一请求，最后这位年轻朋友成功了，终于在剑桥那位教授那里读成了博士学位。这件事说明至少在读博士学位问题上，权力是分散在各个教授手里，系主任并没有最后决定权。后来，剑桥的一位朋友和我谈起，从前有一位很有名的剑桥学者说过一句很聪明的话：“All power corrupts. Absolute power corrupts absolutely!”（所有的权力都会腐蚀人，绝对的权力腐蚀起人来也是绝对地！）看来，Batchelor 教授是确信这句名言并身体力行的领导者，所以他的办法是尽可能地把他的权力分散开，化整为零，相互制约，使他手中的权力的腐蚀性尽可能地降到最低。还要说明一点。Batchelor 教授不让我们那位年轻朋友读博士学位，并不是针对这位年轻朋友个人的。后来，从我驻英使馆传给我一个任务，要我做做 Batchelor 教授的工作，说国内有关单位想送一些年轻人到他这里来读博士学位，他照样回绝了。他说读博士学位要花很多钱，不值得。我说，不要你花钱，这些人的学费会由我国政府来出。他仍然不同意，他说：“花那么多的钱去读博士学位不值。就像你们这样，以访问学者身份到我们这里来进修，花费不大，却仍然能学到很多东西，这不是很好的事吗？中国现在还不富裕，不应该把钱花在供人们读学位上。那个学位是用钱堆起来的！”随后有一次我和剑桥的朋友谈起此事时，那位剑桥朋友对我说，Batchelor 教授的想法有道理。从历史上看，在英国建立博士学位制度，是为了卡外国人。不要外国人在英国的高校中轻易就能拿到教授职称，更不能拿到英国的“院士（F.R.S.）”称号。比如，Batchelor 的老师，20 世纪上半叶的一位国际流体力学大师 G.I. Taylor。虽然他是剑桥的教授，又是“院士（F.R.S.）”。但是他却没有读过博士学位。原因就是因为他 G.I. Taylor 是英国人。而 Batchelor 却不行。他就必须拿到剑桥的博士学位以后，才能作教授，才能当英国的“院士（F.R.S.）”。因为 Batchelor 不是英国人，他是澳大利亚人，他就必须经过更多的考验。

Batchelor 教授的理论物理系竟然还有个实验室

这个实验室是流体力学实验室。它还很有特色，小而简单。他们不搞大型的复杂的高级实验设备，其设备甚至还比不上当时的中国科学院力学所高级。但从这样的实验室里却做出一些很有意义的科学成果，有些已成为流体力学上的经典载在国际流体力学的发展史中，很简单。对此我们向 Batchelor 教授请教一个理论单位办这样的实验室的指导思想。他说，理论研究中的实验室工作并不是要验证一些现成的科学理论，而是要实现自己的一些新的科学思想。经过精心的分析研究，抓住一些主要的物理因子，从而能推断出在这样的物理因子作用下应该能产生什么样的物理现象，探索出新的物理规律，而把更为精确和精密的实验测量交给工程技术单位去做，这就是理论研究中的实验工作。在这种思想指导下，就没有必要去搞大型复杂高级的设备。借助于一些简单的实验系统，进行一些定性的至多是半定量的实验研究，完全可以达到探索新的基本规律的目的。在这方面他说他的导师 G.I. Taylor，正是这种类型工作的一位典范。在该系的一楼大饮茶室中挂有这位大师的大幅画像。他指着 G.I. Taylor 的画像对我们说，G.I. 是于 1975 年以 89 岁高龄去世的 20 世纪的大科学家，他即是一位卓越的理论科学家，也是一位卓越的实验科学家。这个实验室的

工作就是按着他的思想路线指导下工作的。然后他领着我们参观了该系的流体力学实验室，向我们一一讲解了实验室中的那些简单的设备曾经完成了什么样的卓越工作。当然，他也指出，并不是绝对的不要高级设备。他指着一台激光测试设备对我们说，这台设备比较贵，在必要的时候，我们也会建立这样贵重的高级设备。然而后来在该系工作的一位这种类型的科学家对我说，理论工作者的思想是非常活跃的，所以他不喜欢去搞大而高级的昂贵设备，因为你一旦搞成了这种设备，你的工作就必须被固定在这样的设备上，你的思想就被钉死在那里无法再跳到别处去了。

关于力学学科的性质

由于当时在国内正在制定国家中长期科学发展规划，力学界内部对力学学科的性质发生了争论。究竟力学算是基础学科？还应当算是工程技术学科？对此有不同的见解，因而产生了一场激烈的争论。流体力学是力学学科中一个重要的组成部分，借此机会我们也就请 Batchelor 教授谈一谈他对这个问题的看法。Batchelor 教授欣然接受了我们提的这个问题，并谈了以下他的看法。他说：“力学具有两重性，是一个连续的‘广谱’。它既具有基础科学性质，同时也具有工程技术学科性质，把这两种学科性质对立起来是不对的。”他接着讲到：“也许问题是对我们这个单位侧重点应该放在什么地方，这应该具体问题具体分析。”以他这个系为例。他说：“对于我们这个系而言，我们别无选择，只有把它当作基础学科来搞。在这个意义上，我们不搞空气动力学。因为它的基本问题已经在 20 世纪上半叶就已做完，现在它已经完全和航空航天工程结合起来成为一门工程技术学科了。然而在我们把流体力学当作基础科学来搞时，我们也不去做那些离应用太远，太纯粹的问题我们也是不去做的。”这时马上让我想起当初 Batchelor 介绍我和 Hunt 接触时，Hunt 对我说过的一句话，Hunt 说他虽然做湍流研究但是他不搞湍流的基本问题，这就排除了我当初向 Batchelor 申请到剑桥进修时所提的湍流的间歇性问题。同时，也让我想起曾经有一位在国内搞流体力学的朋友到剑桥访问 Batchelor 教授时提出的类似问题。Batchelor 教授也做了同样的回答。说他不搞太纯粹的基本问题。那位朋友接着问：“什么叫太纯粹的基本问题？”Batchelor 教授回答说：“例如，你所做的流动的稳定性问题我们就不搞”。事实上，到了 20 世纪下半叶，作为基础学科的流体力学在完成了空气动力学方面的研究任务，为航空航天工程事业打下了很好的基础后，就把自己的研究目光转向其他应用方面，由此诞生了许多新的学科。在这方面 Batchelor 教授的这个系走在国际前列。Batchelor 教授自己的悬浮体力学就是他和化学工程学科紧密结合的结果；Hunt 的非均匀大气扩散就是他和大气科学环境科学结合的结果；Pedley 的生物流体力学就是他和医学结合的结果；Gill 的地球物理流体力学就是他和地球学科结合的结果等等。当然，在他们向其他各个应用学科工程学科渗透时，他们总是去研究这一工程学科应用学科中与流体力学紧密相关的那些基本问题来做，而不会陷入各门工程学科的细节也就是说不会去研究具体的工程技术问题。这可能就是我们现在常说的应用基础学科吧。对此，他们搞得相当深入，做得相当深刻。有时候你会感到他们搞的这一套，和纯基础学科没有什么不同，在我搞 Batchelor 教授的悬浮体力学时就有时就有这种感觉。像 Batchelor 教授做的这个多分散悬浮粒子沉降理论如此艰深，

如此难懂，真的能为工程技术人员所使用吗？直到 90 年代有一次我应邀在中国颗粒学会年会上作大会特邀报告，报告受到热烈的欢迎。报告结束后与会的代表们还纷纷找我来索取这方面的资料要带回去进一步研究。我说这些数据还是初步的，不一定能适合你们的需要。他们说，没关系，你现在的这些资料就对他们很有用。中国颗粒学会的广大会员们，大多来自各个工程部门，他们对 Batchelor 教授的悬浮体力学如此之感兴趣，这时才使我真正体会到 Batchelor 的这一套确实是能够为应用部门和工程部门做些服务的。我们的心血并没有白流，意识到这一点，我感到莫大的欣慰。还要补充一点，他们虽然自己不做纯基础问题，但不等于他们对这类问题就一点兴趣也没有。相反，他们是密切关注着这方面的新进展。例如，当 Frisch 等人在湍流的间歇性问题研究中取得了重大进展后，虽然他们自己如 Hunt 所说，他们不做湍流方面的基本问题，但那时他们马上就把 Frisch 请来邀他向剑桥的朋友们做报告，以使剑桥人能跟上这方面的形势。也就凑巧，使我也就及时地了解到自 1972 年我在长春的近地面激光传输实验发现湍流的不连续性以来，第一次知道了这一现象的可能解释，内心自是十分高兴。另一方面，对于已经变成工程技术学科的空气动力学，我们在剑桥时的时光，我们就没有发现他们请这方面的人来做报告。一个单位应该保持自己的特色，一个人的精力也很有限，他们既然已经把自己系的研究方向确定为基础学科，就没有必要也没有精力去关心纯工程技术方面的问题了。

关于前苏联式的科学院体制

改革开放前，我国的科研体制是照抄苏联的。我们把全国的基础科研精英都集中起来，建立了中国科学院。而大学则被剥夺了科学研究，变成了只搞教学的地方。这种科研和教学分家的体制一直保持到打倒四人帮改革开放为止。改革开放以后，大家发现原来还有另外一种体制，那就是西方现行的把科研和教学都集中在高校的体制，科学院仅仅是一个荣誉性的机构。看起来西方那种体制在发展科学问题上，更为有效。于是大家议论纷纷都觉得这种苏联式的科学院体制应当改革，怎么改法？却不大清楚。借着和 Batchelor 教授座谈的机会，我们就请他也谈谈对此问题的看法。Batchelor 教授回答说，他对苏联科学院也有一些了解。在他们革命前，俄罗斯也有科学院，但是和英国的皇家学会差不多，俄罗斯科学院也是个荣誉性的团体。在他们革命以后，苏联政府把它改造成了政府的一个机构，也集中了一大批科技精英，成立了一大批研究所。这样苏联科学院的功能就起了很大的变化。它被指望能解决与国民经济生产技术有关的一些关键问题。建立起很严密的组织机构，有很强的行政领导，制定了周密的计划，去推动科技工作的发展，为苏联国民经济建设服务。Batchelor 教授接着说在西方也有类似的机构，但那主要是在大公司大企业手里，例如著名的如 Bell 电话实验室。这种类型的研究机构在解决一些工程技术问题上可能是很有效的。说到这里，Batchelor 教授把话头一转说，然而对于基础科学而言（Batchelor 教授把它叫做 Basic Science），这样的机构则完全不行。因为，基础科学研究的任务是探索未知的世界。目的是要发现新的现象，发现新的规律，建立新的理论。此时，Batchelor 教授强调说，你可以发现新的东西，但是你完全无法预言，你将在什么时间什么地方发现什么样的新东西。因此，基础科学研究就无法像工程技术科学那样来制定严密的计划，在强有力的行政领导

下推动工作向前发展以达到既定的明确的目标。然后，Batchelor 教授再次强调说，基础科学研究要求于人们的是一种十分积极，十分主动的创造性的脑力活动，如果本人对这问题没有兴趣，你就没有办法通过行政命令来让他的思想活动起来。在这样的情况下，你就是整天在他身旁对他说：“Thinking! Thinking! Thunking!(思考！思考！思考！)”也是无济于事的。因此，Batchelor 教授也就再次强调说，对于基础科学研究这样的工作而言，我们的办法就是：“Maximum freedom in hands of good people! (选择好优秀的人才，并给他以最大的自由！)”（按照 Batchelor 教授的思想，一个学术单位的领导同时还应该组织经常的，高频率高水平的 Seminar 活动，通过搞这种类型的学术活动的办法来推动基础研究学术工作向前发展）。Batchelor 教授继续说，在这种情况下，投资者能够做的就是像我们西方（特别是美国和英国）那样，把经费分散到几十个或几百个大学里去，然后就等待果实的成熟，而总会有果实成熟的。Batchelor 教授最后说，把基础科学研究放到大学里去还有个好处。那就是大学里的青年人最多。青年人思想最活跃，对新东西最敏感，最少旧的思想束缚，精力最充沛，因此是最有创造性，最容易出创造性的成果，这是独立于大学以外的政府的研究机构所没有的优势。

告别，感谢！

座谈会原定两个小时，但由于 Batchelor 教授十分热情，最后座谈会竟延长成三个小时。Batchelor 教授工作十分繁忙，他的日程经常是安排得非常紧凑，我们还没有看到他会用这么多的时间来接待一个代表团。这充分地体现出 Batchelor 教授对中国人民的友好情谊，对中国科学同行的友好情谊，对中国的科学事业能迅速地发展起来的热望。对此，在分手告别的时候，我们一再地向他表示了我们衷心的感谢。

（初稿写成于南开园）

（本文部分内容选自拙著《创新话旧——谈科学研究中的思想方法问题》的有关段落加以增删修改，文中关于 Batchelor 教授作风的特点和与 Batchelor 教授的座谈会报告两大段落则完全是新添的，由此而成此文）

（吴锤结 供稿）

把物理思想注入于数学之中

——谈数学与物理学之间的关系

温景嵩

（开始写于南开园）

- 1 · 这是 George Keith Batchelor 教授的思想——To inject physics into mathematics
- 2 · 他是剑桥大学 1959 年创办的应用数学与理论物理系的创办人和系主任，闻名世界的国际理论物理大师霍金教授就是 Batchelor 的这个系于 60 年代 1966 年培养出来的。虽然 Batchelor 是当代国际流体力学大师，但是在他所发表的流体力学划时代名著《流体力学导论》上，他所使用的学衔却是 Professor of Applied Mathematics,而不是

Professor of Fluid Mechanics。

3 · 应用数学教授 Batchelor 对应用数学所下的定义如下:

(1) 初看起来应用数学的含意可以表述为: 你所遇到的物理问题中的未知变量可以用一个微分方程来描述, 然后你就要采用某一种数学技巧来求解, 这就是应用数学的意义。

(2) 然而上面的表述包含有一个很大的缺点, 那就是在上述的表述中它没有提到物理思想, 而这正是问题的根本。于是, Batchelor 就给出了他自己的应用数学的定义: 要把物理思想注入于数学之中, 才能解决问题。这构成了应用数学的灵魂。

4 · 以下讲一讲我自己学习 Batchelor 这个思想的体会: 由于一般物理问题所遇到的微分方程求解难度非常大, 其难度远远超过了现有的数学技巧所能解决的范围, 所以应用数学家就只能根据他所面对的某一个特定问题自身的物理特点来化解数学难点, 简化方程从而得到这个特定问题的解。这就是把物理思想注入于数学之中来解决问题的真实含义。

5 · 有三种办法把物理思想注入于数学之中来化解数学难点:

(1) 引进特定的物理模型来化解数学难点;

(2) 引进各种近似来化解数学难点;

(3) 引进各种变换来化解数学难点。

6 · 下面我们从粘性流体力学的例子讲起。把牛顿力学第二定律应用于不可压缩粘性流体这样的连续介质就会得到著名的 Navier-Stokes 方程如下:

7. 这是一个非线性的时空四维的二阶的偏微分方程。到现在还没有一种数学方法能够求到这一方程的普遍的严格解。流体力学家就只能按照某一个特定的物理问题自身的特点来开辟求各种特定问题近似解的道路。首先是把此方程无量纲化, 从而得到一个无量纲的 Navier-Stokes 方程和一个无量纲的动力相似参数——雷诺数 Re 。

8 · 低雷诺数流, $Re < 1$, Stokes 近似, 粘性流——线性化了的 Stokes 方程

9 · Stokes 小球解的物理模型——化时空四维问题为轴对称的两维问题

无界空间

静止背景

球形物体

定常的运动速度

球极坐标系, 原点放在球心, 极轴与定常速度重合, 边界条件的确定

10 · 得到严格的运动小球引起的 Stokes 扰动流场的解析解

从而得到介质对小球的精确的 Stokes 阻力公式,

进而得到了小球的 Stokes 沉降公式, 两千年来自亚里士多德之后第一次定量地解决了物体在重力作用下的做低雷诺数沉降问题。

11 · 高雷诺数下的无粘性近似, $Re > 1$, Euler 方程

12 · 达朗贝尔之谜, Prandtl 的边界层近似

边界是半无界的平板——化空间三维为空间二维

背景流场是与平板平行的定常均匀流——化解掉时间一维

背景压力场也是定常均匀的——化解掉压力梯度项

Prandtl 的边界层近似——在平板边界上有一个很薄的粘性边界层, 在其中有一个很强的垂直速度梯度, 因而使垂直方向的粘应力不可忽略, 不管雷诺数是如何之大——由此则应在边界层中建立一个新的边界层方程, 在其中粘性应力项被部分地 (铅垂方向) 恢复, 结果得到边界层方程如下: Prandtl 的边界层方程, 这里取直角坐标系, 原点放在平板前缘, $y=0$ 的平面与平板重合

13 · Blasius 关于两维自变量的相似变换——化偏微分方程为常微分方程

流函数与两维速度场——因不可压缩与两维条件, 两个未知速度分量 u 与 v 可由一个流函数来表示:

流函数中关于未知函数 f 的 Blasius 的非线性三阶常微分方程

数值求解 f 的非线性三阶常微分方程后所得到的边界层中速度 u 的分布图

14 · 湍流——流体力学中的世纪难题

(1) 是超临界的高雷诺数流动, 非比一般的高度非线性问题;

(2) 虽是高雷诺数流动但弱粘性却处处不可忽略——非微扰问题;

(3) 三维流动——不可降维的难点;

(4) 流场的不规则性, 随机性——额外增加的新难点。

15 · 为克服此新难点, 引入概率论的方法求统计矩, 先求一阶矩平均流场, 雷诺对湍流速度场的分解:

湍流平均速度场的雷诺方程, 新难点的产生: 方程不闭合, 不闭合的未知变量——雷诺应力

16 · Prandtl 的混合长理论——类比物理学中的分子运动论以闭合雷诺方程中的未知变量雷诺应力

平面均匀 (沿流向均匀) 的平面流的物理模型以化解仍然存在于雷诺方程中的非线性难点——混合长随高度而线性增加的物理假定——平均风场的对数分布律

17 · Keller 和 Friedmann 的湍流速度场空间两点二阶相关矩——三维难点大暴露——

G.I.Taylor 的均匀各向同性理论的提出以化解三维难点——Karman-Howarth 方程的建立——湍能耗散律

18 · 均匀各向同性理论的局限性——Kolmogorov 的局地均匀各向同性理论——结构函数

19 · 均匀各向同性理论的另一局限性, 方程仍不闭合——Kolmogorov 的湍流的物理模型——相似参数湍能耗散率——量纲分析法, 结构函数的 2/3 定律, 一维湍谱的一 5/3 定律

20 · Kolmogorov 的湍流理论的伟大成就和问题——湍流的间歇性对 Kolmogorov 的湍流

的物理模型提出的挑战——新的探索

- 21 · G.I.Taylor对无粘性的三维涡量场实奇点的猜想(1937)——Frisch 的推广到湍流间歇性问题（具粘性的三维涡量场复奇点的猜想）(1980)
 - 涡度定义
 - Kelvin 定理
 - 湍流场中涡度的自维持
 - G.I.Taylor对无粘性的三维涡量场实奇点的猜想
 - 涡度拟能的计算公式
 - 速度场的富氏变换的计算公式
 - G.I.Taylor 手算——算至时间 t 的 4 次方（1937）
 - van Dyke 计算机计算——算至时间 t 的 8 次方（1975）
 - Frisch 等人引入物理学中相变理论里的奇点分析技术+计算机——算至时间 t 的 44 次方（1980）
- 22 · Frisch 等人的初步成功——进一步论证失败于计算机的功能不够，虽然他们是美国最大计算机的最大用户
- 23 · 关于湍流间歇性的探索至今仍在继续之中——未来成功的关键仍然在于一个适当的物理思想+一个强大的计算机
- 24 · 应该承认到目前为止 Navier-Stokes 方程的普遍的严格解仍没有找到，覆盖在这一方程下面的全部自然现象，就仍然是个谜。而 Navier-Stokes 方程所能解释的自然现象又仅仅是自然界大海洋中小小的一个水滴。这是一个伟大的谜。对它而言，我们人类是太渺小了。
- 25 · 还应该承认，照我们人类目前所确定的从一个一个特定的物理对象去破解这个谜，这条路子也仍然具有相对普遍的重大意义。从小球的 Stokes 沉降公式到 Batchelor 的胶体多粒子体系的沉降；从 Kolmogorov 的局地均匀各向同性理论到现代激光大气工程的发展；从 Prandtl 的边界层近似到现代航空航天器的研制，人类向宇宙开始了伟大的进军。所有这些给了我们一个信心：自然界这个伟大的谜是可以化整为零，逐步破解逐步逼近的。

（草稿完成于南开园）

（定稿完成于南开园）

（注：本文全部图与公式的输入工作都由朱珍华完成）

（吴锤结 供稿）

温景嵩新书介绍:武际可序

武际可教授序

说也奇怪，我和南开大学教授是知心朋友，可是我们却从未谋面。在专业上我们也不同行，他是搞气象的而我是搞固体力学和计算力学的。

近些年来网络慢慢发达起来，不断扩大影响，以致扩大影响到我们这些年过古稀的退休教员。起先我们在网上彼此看到对方的博文引起共鸣和赞同。于是便通过伊妹儿彼此袒露心迹，相互鼓励和切磋。

有一次教授发给我一篇他写的长文《创新话旧》，想听听我的意见。这篇文章其实是写自己对事业追求的回忆，简直是一本书。看了这本书使我震撼的是，它不是一本普通的书，它是一本超凡脱俗的书。

近十多年，我对力学史和科技史发产生了浓厚的兴趣。我曾经搜集和阅读过古今中外许多名人和学者的传记与回忆。对于国内学者的传记和回忆，我逐渐总结出一些套话与格式。而温景嵩教授的书是不入“套”的。第一，他没有像有些人，把传记写成由助教而讲师、而副教授、而教授、而院士式的新型“升官图”；第二，也没有像一些人把传记写成应景文章，说明各个时期的大形势和大人物的号召怎样推动了自己的发明创造云云。他所回忆的纯粹是个人怎样追求对自然现象更深入的认识过程。其中有失败、有磨砺、也有成功的喜悦。我从书中看到的是一个跃然纸上的、追求真知的学者的形象。从此，我便对温景嵩教授产生了由衷的敬意。

孔子说：“君子述而不作”。这话说白了，就是那些被称为君子的有学问的人，或者说是知识分子，他们是一伙只会注释圣人的话，而不会自己思考的人。这就是中国的圣人心中所要求的知识分子。这话的意思和西方人的主张恰好相反。他们认为大学教授也不一定是知识分子，而知识分子必须是“为了思想而不是靠了思想而生活的人”。就是说知识分子，是要能够自己思考，追求思想自由，能够创造思想的人，而不是靠别人的思想而活着的人。或者说知识分子是有独立思想、独立人格的人。

从这种意义上说，我认为像教授这样的人，是有独立思想和独立人格的人，他是中国真正知识分子的代表。一个真正的知识分子，不仅关心自己专业范围的事，对于专业范围以外的事，包括文化、教育、政策、法律，举凡涉及公众利益的事都会关心。也许在他们退休以前，由于教学与专业研究的精力所限，对这类事情发表的意见还不多，在他们退休以后，便有精力更多地关注。

这本书《换一个角度看问题》是近年来温景嵩教授与夫人朱珍华教授级工程师所写的散文结集而成。文章对现今中国学术界的方方面面，包括科技政策、学术道德、学术水平的评定诸多问题进行了议论，针砭时弊，所见极是。充分表达了一个科技人员对我国科技发展的责任感。

文章的另一部分内容是和作者们的专业知识结合比较紧密的气象、湍流、气候变暖等近来引起世人关注的热点学术问题。

最后是作者对两位名人的怀念与回忆。一位是中国学者著名气象学先生，一位是英国当代国际流体力学大师 Batchelor 教授。教授曾经追随这两位学者，在他们指导下做研究工作。作者追述从他们身上所学习到的治学精神，介绍了他们的成就、学术见解与做人的严谨态度。

对于所论及的问题，作者的看法与当前的主流看法都有很大的不同。几乎在每一个所论及的问题上，都有作者们独到的见解。这又一次说明作者在观察这些问题时是独立思考和独具慧眼的，他们绝不人云亦云。我想，读这本书的收获绝不仅是体会到“换一个角度”对加深认识问题的愉快，更主要的是，会领略到作者们独立思考和独立人格的魅力。

是为序。

北京大学退休教授

武际可：中国力学学会原副理事长，中国力学学会《大众力学丛书》编委会主任委员，《力学与实践》原主编，北京大学力学系教授和博士生导师，著有《力学史》等著作。

（吴锤结 供稿）

要揭穿伪科学，不要打棍子

武际可

数百年来，近代科学在揭示自然和社会许多看来十分神秘现象的真相上，在推动和改善人类的物质生活、健康状况和精神生活上，发挥的巨大作用，使科学在公众中享有很高的威望。所以无论是科学家、教育家、企业家、各派学者，都愿意打着科学的旗帜，以扩大自己的影响。进而政治家、宗教界、艺术界以及企业家也有不少崇尚科学的贤达。我国在南北朝时期的文学评论家刘勰在他的巨著《文心雕龙》中说：“夫神道阐幽，天命微显，马龙出而大《易》兴，神龟见而《洪范》耀，故《系辞》称「河出图，洛出书，圣人则之」，斯之谓也。但世复文隐，好生矫诞，真虽存矣，伪亦凭焉。”这话虽然是对文学来说的，但对科学也一样。真货虽然不少，但假货也会随之而来。

科学的兴盛也必然带来伪科学的繁荣。在三百年前的伽利略时代，搞科学是有风险的，有时还会为此吃官司、掉脑袋。不搞科学的人们大概不会去冒充科学家的。现今，就是因为科学有了很高的声誉，所以伪科学才会成为一种社会现象。

因此我们需要揭穿伪科学。因为揭穿伪科学是科学事业健康发展的前提。不过也不能把不属于伪科学的问题当作伪科学对待。特别是不能把本来不属于科学领域的事扣上伪科学的帽子。把“伪科学”当作一根棍子乱打一通，这不仅对科学无益，而且会有害。

为了要区别科学和伪科学，人们对科学有一个比较严格的定义。迄今虽然对科学有许多人给过许多不同的定义，包括我们的辞海和百科全书所给的定义，大都经不起严格的推敲。所以《大英百科全书》80年版干脆就说科学的定义不好下。

但是人们可以列举科学的特点，下面美国学者墨顿（Merton,R.K）.，在1973年给出的科学的四个特征是当前大多数人所认可的，也被收入美国多数高等学校学生必修的《社会学》教科书中。即

1. 非赢利性原则。
2. 普遍性原则。
3. 公开性原则。
4. 可怀疑原则。

这四条至少可以给我们提供一种判别科学与信仰区别的准则，也为我们判断伪科学提供一种准则。前三条可以被用来区分科学与技术的区别。技术的发展还要补充一条：竞争性原则。

一般说来科学是不能够赚钱的，也不能报专利。例如微积分、量子力学、周期表，都是科学，它们都带有一定的普遍性而又不能为任何人和任何集团私有，它们必须公开，公开后，人人都可学、用，都可怀疑判断它的对错并给以评价。一旦能够盈利，它们就已经进入技术领域了。而技术是可以保密的，可以私人 and 集团占有的。技术是不管对错的，只要是在市场竞争中能够占领一席之地的就可以立足。烟草业已经证明对人体是有害的，它是属于技术领域，因为已经有相当的市场，所以它仍然可以立足。

附带说明的是，在能否盈利上，科学技术的区分说明对科学的评价是非常复杂的问题。它和技术不同，技术的评价可以用它的市场情况和价值来度量和评价，而对科学的评价就没有这么简单。这要看他对科学今后所产生的影响，是要经过相当时间的考验的。轻易给一些科学中的新思想怪想法戴上伪科学的帽子，有时恰恰会遏制科学的创造力。历史上这种例子是很多的，我们不就曾经把摩尔根学说、计量经济学和社会学当作伪科学批判过吗。所以在揭穿伪科学时，必须十分小心地对待科学中的新想法。对所有的新想法、怪想法也应当持一种宽容的态度。

有些事情是不属于科学的范畴的。如一种古老的说法“诚则灵”就不属于科学讨论的范围。而且其中的奥秘也是秘而不宣的。这就不符合科学要求的“公开性原则”。也不符合科学的“可怀疑性原则”。因为灵了，它是对的；不灵了，你就会怀疑它的正确性，他说你心不诚所以不灵。还是他说的对。还有说某某主义是放之四海而皆准的，也不是科学。因为科学要符合“可怀疑性原则”，即可以进行否证的。因为“诚则灵”和“放之四海而皆准”是不允许怀疑的，即不能够否证的。这些只能够是属于信仰的范畴，而不是科学范围内能够解决问题的。

对待信仰问题只能是遵从信仰自由的原则，不是靠批判、戴帽子或武力征服所能够解决的。各种不同的信仰得靠长期论辩和说服来争取人们的信从。

迷信和求神问药，也不是靠戴一顶伪科学的帽子能够解决问题的。因为它是属于信仰的范畴。至于靠“施舍圣水”“灵药”骗财的应当按假药一样问罪，是属于技术领域的问题。对于受害人主要是教育问题。就像处理吸毒一样，吸毒是没有罪的，而贩毒是有罪的。同样，迷信是不犯法的，靠扣伪科学的帽子也不能够使人变得不迷信，这是属于教育领域的问题，只有教育水平提高了，科学普及的水平提高了，迷信的人群就慢慢缩小了。

在我们国家历来是对科学与技术不加区分的。其实科学和技术是有很大区别的。我们从历史上就是一个重技术而忽视科学的国家。

对待技术问题，一是竞争的原则靠真技术把假技术或落后的技术挤出市场，二是既然是技术，任何人应当对技术的后果负责，就像对豆腐渣工程应当绳之以法一样。既然是技术，它可以盈利，在市场经济的条件下，它就可以用价值来度量，因伪技术假技术造成的损失也可以用价值来度量，因此就可以用赔赏、惩罚等法律手段来处理伪技术问题。因为技术既然不属于科学范围，说它是伪科学，未免就文不对题。

就以前几年揭穿的几宗著名案例来说。

1992年8月3日某大报称：“王洪成发明的膨化燃料，可望对能源短缺作出重大贡献。最近，北京市汽车研究所、中国汽车质量北京监督检验所采用这种膨化燃料在汽车上试验。经测定，汽车以每小时40公里行驶，百公里燃料消耗为7.06公升，与参考指标相比，节油率为44.84%，国家有关部门将在全国推广应用这项具有世界领先水平的新产品。”1984年5月，当时一位中央领导亲赴哈尔滨探望王洪成，并观看了王的表演。后来许多单位投资生产，结果是一场骗局。

1995年41位科技界的全国政协委员联名呼吁调查“水变油”的投资情况及其对经济

建设的破坏后果，从此“中国第五大发明”破产。据《科技日报》报道，水变油的直接经济损失达4亿元之多。与此类似，近年来打着制造永动机以敛财的骗局也有多起。

这类事情显然是属于技术领域中的事。与科学有一点关系，只能说这种“技术”是违反了能量守恒原则的。王洪成骗人，固然应当绳之以法，其实更应当绳之以法的是有关的政府官员，拿纳税人的血汗不当回事，不经过认真的审查与严格的合同，钱便被骗走。一批推荐王洪成的专家、教授、院士，真正应当当作伪学者予以揭穿。结果反倒这些人没有问题，好像问题只出在王洪成一人身上。

1979年3月11日，《四川日报》报道：该省“大足县最近发现一个能用耳朵辨认字、鉴别颜色的儿童。”随之开始的一系列人体特异功能的研究和报导。

1987年严新在某大学做气功的“外气”实验，张洪堡创立了“中华养生益智功”，并正式出山。1991年在苏州市电子局领导等人的支持下，沈昌成立了“沈昌特功求是者协会”。

这类事情主要责任者反倒应当是我们的报纸和媒体。他们的科学水平过低，只要是新奇的事，就推波助澜，闹得满城风雨。而事后这些媒体没有一个认真做过检讨和整顿的。经过于光远、叶圣陶、周建人等大量文章反对。还有外国人的考察，证明只不过是一场骗局。

近年来网络上争吵得很激烈的中医是否伪科学的问题。我看也不能简单地认定中医就是伪科学。其实笼统地说中医，它是一个十分复杂的领域，其中有技术、有经验、有臆测、有原始的粗糙理论。其中有些从现代的观点看是不科学的。但是它和伪科学又是两码事。

把中医的技术领域的事看作伪科学是很荒唐的。中医中有许多祖传秘方，例如云南白，由于是技术，它可以不公开，可以盈利，只要它有疗效有市场就有存在的理由。再例如中医把人的病因归为风、寒、暑、湿、燥、火六种，把诊断手段归为望、闻、问、切四种。这是一种经验的原始归纳，也不能说是伪科学。不错，它不够严格，不能够用现代科学语言表述。但是我们讲科学史时，把古希腊的土、气、水、火四元素称为是原始的科学，而为什么要把中医说的这些病因说成是伪科学呢。我们既然认为归纳推理是属于科学方法的领域，为什么要把中医的这些原始的归纳判定为伪科学呢。

诚然，中医中是有许多不科学的，也没有效果的，应当淘汰的东西，例如鲁迅说的用打破的鼓皮治疗鼓症，用人血馒头治结核病。这些东西也不是用一顶伪科学的帽子所能够淘汰的。只有在比较和鉴别中在实践检验之后会慢慢淘汰的。事实上有许多这类奇怪的处方已经被慢慢淘汰并且被有效的西医所取代了。

这些年来中医是在慢慢吸收西医的科学理论和治疗方法，例如在中医学院也在学习解剖学，在中医医院也在使用x光透视诊断等等。中西医结合、中西医互补，许多人在以不同的方式探索中医今后的发展。西医对中医的许多治疗经验也在进行机理的研究。

总之，我认为对中医的发展也应当有一种宽容的态度。我相信，在有强大的西医作为竞争对手的条件下，中医如果不发展进步，就会逐渐被淘汰。而这些，自有它自己的发

展规律，靠扣伪科学的帽子是绝对解决不了问题的，它只能引向取消和消灭中医的结果。

有人以个别中医行骗，就说中医是伪科学，更是站不住脚。利用西医行骗的可能比利用中医行骗的更多，难道我们能够说西医是伪科学吗。

按照以上所说，既然对待技术问题不能扣伪科学帽子，对不属于科学的问题更不能说是伪科学，对科学中的新、怪想法应当持宽容态度，对中医也要持宽容态度。那么，是不是伪科学就不存在了呢。不是的。伪科学的的确在泛滥。

目前一般认为的伪科学的主要表现是：

1. 以伪科学骗人钱物。
2. 以骗取名声，宣称得到新的发现，出版伪科学著作。
3. 违背科学界的良心，为错误的政策作“科学的”注解。
4. 科学家的道德堕落进行剽窃抄袭和伪造科研成果。

根据墨顿所给的四种准则，科学既然是非盈利的。所以能够骗钱物的，大多是属于技术领域。对技术领域的问题应当按照对待假药、豆腐渣工程等给当事人以惩处。当然也可以从科学的角度揭穿它那些方面违反了科学原则。

从第2、3、4类来看，搞伪科学的危害最大的还是来自科学界内部。而且主要形式是伪造、剽窃和抄袭。而这些简单的科学道德的堕落是比较易于鉴别的。

伪科学和搞科学犯错误不同。科学犯错误是本身想搞科学只是由于计算推演或实验观察得不准确，或误断所产生的错误造成的。而伪科学，是以伪造剽窃或抄袭科学成果，是以本来不是科学，或已经被科学证明是错误的东西重新包装来骗人的。

科学犯错误是把结果公布后，一旦别人给出正确的事实或结论，会尊重正确结果的。而伪科学，并不想完全公布他的内容，一旦人们指出其错误，就会百般抵赖，或者干脆避开内行，专门向那些不懂科学的人特别是那些不懂科学的领导人推销自己的货色，以求达到升官和提高自己地位的某些目的。

对于科学犯错误应当持宽容的态度，而对待科学界的骗子却应当给以无情的揭穿。

在一般老百姓中，利用伪科学骗人，其影响范围终究是有限的。有的骗子，只拣不懂科学的，文化低的或文盲来做欺骗。这种人的影响究竟是有限的，在加强科学普及和提高广大人们的科学文化水平后，其影响范围就会不断缩小。

可见，打击和揭穿伪科学，应当把最主要的力量放在揭穿科技界内部的伪科学、行骗和道德堕落下。对于那些愈是显赫，愈是有地位的人搞的伪科学，愈是应当揭穿。因为他们的欺骗性更大。

如果我们的科学界、高等学校进入到弄虚作假的队伍中，如果我们的科学队伍腐败了，如果对弄虚作假的名人不敢揭发，如果评奖评得的是假成果，如果遴选的院士是假院士、教授是假教授，这才是伪科学最大的危害。这才是我们科学界的最大的悲剧。如果这样，我们的“科学发展观”“科教兴国”都会变成空话。

所以最应当揭穿伪科学的是在科学界内部，而不是把它当成一根棍子乱打。

（吴锤结 供稿）

17 位深刻影响钱学森的人

钱学森曾亲笔写下一份珍贵文件，回忆在他的一生中给予他深刻影响的人，总共 17 位：

1) 父亲钱家治——写文言文

2) 母亲章兰娟——爱花草

3) 小学老师于士俭——广泛求知，写字

4) 中学老师董鲁安(于力)——国文，思想革命 ■■ 俞君适——生物学 ■■ 高希舜——绘画、美术、音乐 ■■ 李士博——矿物学(十级硬度) ■■ 王鹤清——化学(原子价) ■■ 傅仲孙——几何(数学理论) ■■ 林砺儒——伦理学(社会发展)

5) 大学老师钟兆琳——电机工程(理论与实际) ■■ 陈石英——热力学(理论与实际)

6) 预备留美 ■■ 王助——经验设计

7) 留美 ■■ Theodore von Karman(引者注：即冯·卡门)

8) 归国后 ■■ 毛泽东 ■■ 周恩来 ■■ 聂荣臻

名牌学校的魅力，很大程度上依仗于名师的魅力。钱学森把他留学美国时的导师冯·卡门列入名单，是理所当然的。冯·卡门是美国科学名师，有口皆碑。然而，值得注意的是，在这 17 位给予钱学森深刻影响的人中，中学老师占了 7 位，足见中学教育的重要，足见北京师范大学附属中学名校名师对钱学森的成长所起的重要作用。

1923 年至 1929 年，钱学森就读于北京师范大学附属中学。

北京师范大学附属中学是中国第一流的中学。早在清光绪二十七年九月二十二日(1901 年 11 月 2 日)，钦定五城中学堂成立，这便是北京师范大学附属中学的前身。辛亥革命之后，1912 年奉南京临时政府教育部令，五城中学堂改名为“北京高等师范学校附属中学校”。1923 年暑假之后，钱学森从北京高等师范学校附属小学升入附中。恰恰就在 7 月，北京高等师范学校改名为国立北京师范大学，附中也就相应改名为“国立北京师范大学附属中学”。

北师大附中教学的特点是：起点高，方法活，要求严，学生能力强，负担不太重。

北师大附中教师的特点是：师德高尚、学识渊博、理念先进、治学严谨、教书育人。

钱学森提到的林砺儒老师，当时是北京师范大学附中的校长(新中国成立后任教育部副部长)，他力主教育改革，反对灌输式的死记硬背。

钱学森回忆说①：

我从1923年到1929年在北京师范大学附属中学念书。那个时代，在北京办学是非常困难的，但是，当时的校长林砺儒先生能把北京师范大学附属中学办成质量上乘的第一流学校，实在难能可贵。他实施了一套以提高学生智力为目标的教学方法，启发学生学习的兴趣和自觉性。当时我们临考都不开夜车，不死读书，能考80多分就是好成绩，只求真正掌握和理解所学的知识。

我在读书时，没有死背书，看了许多书，但从不死读书，而是真正理解书。

国文老师董鲁安(即于力)、化学老师王鹤清、数学老师傅仲孙、生物老师俞谟(即俞君适)、美术老师高希舜等讲课都各有特色，给我中学时代的数、理、文等课程打下了良好的基础。

我们的美术老师高希舜(后来成为著名的国画大师)，暑假里开办暑期绘画训练班，教画西洋画，父亲很支持我去，我买不起油彩就用水彩学画，也学画中国画，后来我画得还不错。国文老师是董鲁安，他思想进步，常在课堂上议论时弊，厌恶北洋军阀，欢迎国民革命军北伐，教我们读鲁迅的著作和中国古典文学作品。到了高中一年级时，我对用文言文写文章小品特别感兴趣。我们的音乐老师也非常好，上课时，他用一部手摇的机械唱机(当时没有电唱机)放些唱片，教我们学唱中外名曲，欣赏各种乐曲，如贝多芬的第九交响曲等，后来，贝多芬憧憬世界大同的声响，一直在我心中激荡。

几何课老师傅钟孙说，“公式公理，定义定理，是根据科学、根据逻辑推断出来的，在课堂如此，到外面如此；中国如此，全世界如此，即使到火星上也如此！”钱学森从此懂得科学的严谨。

化学课老师王鹤清开放化学实验室。你有兴趣做化学实验，随时都可以到那里去做。

生物课俞君适(原名俞谟, 后来任江西南昌大学生物系教授)老师则带领同学们去野外采集标本, 解剖蜻蜓、蚯蚓和青蛙。这两位老师培养了钱学森的动手能力。

图书是进步的阶梯。北京师大附中的图书馆, 曾经给了钱学森莫大的帮助①:

在 20 年代, 我是北京师大附中的学生。当时学校有一个小图书馆, 只有一间书库, 但却是同学们经常去的地方。那间图书馆收藏有两类图书: 一类是古典小说, 像《西游记》、《儒林外史》、《三国演义》等, 这类图书要有国文老师批准才能借阅; 二是科学技术图书, 我们自己可以借来看。记得初中三年级时, 一天午餐后休息, 同学们聚在一起闲聊, 一位同学十分得意地说: “你们知不知道 20 世纪有两位伟人, 一个是爱因斯坦, 一个是列宁。”大家听后茫然, 便问他是怎么知道的。他说是从图书馆的一本书上看到的, 爱因斯坦是科学伟人, 列宁是革命伟人。但那时我们谁也不知道爱因斯坦是相对论的创始人, 列宁是俄国的伟大革命家, 更不知道还有马克思、恩格斯。但这次茶余饭后的闲谈却激起了我对科学伟人和革命伟人的崇敬。到高中一年级我就去图书馆找介绍相对论的书来看, 虽不十分看得懂, 但却知道了爱因斯坦的相对论概念和相对论理论是得到天文观测证实了的。

北京师范大学附中很注重外语教学, 有的课程用英语授课, 钱学森的英语基础就是那时候打下来的。到了高中二年级, 钱学森还选修了第二外语德语。

钱学森还曾回忆, “说起旧事, 我还非常怀念我的母校北京师大附中, 当时高中分文理科, 我在理科, 我今天说了, 恐怕诸位还不相信, 我高中毕业时, 理科课程已经学到我们现在大学的二年级了。”

钱学森还说①, 我附中毕业后, 到上海交通大学学习, 第一年觉得大学功课没有什么, 因为我在中学都学过了。上海交大四年实际上就学了两年, 考上公费留学美国, 是靠附中打下的基础。现在的中学能像当年附中那样水平就行。

值得提到的是, 就在钱学森在北京师大附中读初一的时候, 1924 年 1 月 17 日, 鲁迅先生来校作《未有天才之前》的著名演说。那时候, 鲁迅还在教育部任职, 是钱学森父亲的同事。鲁迅穿了一件旧的青布长衫, 用带有很浓的浙江口音讲话:

我看现在许多人对于文艺界的要求的呼声之中, 要求天才的产生也可以算是很盛大的了, 这显然可以反证两件事: 一是中国现在没有一个天才, 二是大家对于现在的艺术的厌薄。天才究竟有没有? 也许有着罢, 然而我们和别人都没有见。倘使据了见闻, 就可以说没有; 不但天才, 还有使天才得以生长的民众。

天才并不是自生自长在深林荒野里的怪物，是由可以使天才生长的民众产生，长育出来的，所以没有这种民众，就没有天才。有一回拿破仑过 Alps 山(引者注：即阿尔卑斯山)说，“我比 Alps 山还要高！”这何等英伟，然而不要忘记他后面跟着许多兵；倘没有兵，那只有被山那面的敌人捉住或者赶回，他的举动，言语，都离了英雄的界线，要归入疯子一类了。所以我想，在要求天才的产生之前，应该先要求可以使天才生长的民众。——譬如想有乔木，想看好花，一定要有好土；没有土，便没有花木了；所以土实在较花木还重要。花木非有土不可，正同拿破仑非有好兵不可一样。

然而现在社会上的论调和趋势，一面固然要求天才，一面却要他灭亡，连预备的土也想扫尽。

……

泥土和天才比，当然是不足齿数的，然而不是坚苦卓绝者，也怕不容易做；不过事在人为，比空等天赋的天才有把握。这一点，是泥土的伟大的地方，也是反有大希望的地方。而且也有报酬，譬如好花从泥土里出来，看的人固然欣然的赏鉴，泥土也可以欣然的赏鉴，正不必花卉自身，这才心旷神怡的——假如当作泥土也有灵魂的说。

鲁迅先生的这篇演说，后来被收入中学语文课本作为课文。北京师大附中作为一所中学，能够请到鲁迅前来演讲，也从一个侧面反映出这所中学思想的活跃、活动的广泛。名人的演讲开阔了学生的视野。

钱学森对北京师大附中充满感情，1955年10月29日，他从美国返回北京的翌日，就到这所阔别20多年的母校看望老师。用钱学森的话来说，在北京师大附中的六年，“这是我一辈子忘不了的六年”。钱学森还说：“在我一生的道路上，有两个高潮，一个是在师大附中的六年，一个是在美国读研究生的时候。”

(吴锤结 供稿)

丘成桐获数学家终身成就奖“沃尔夫数学奖”

是继其导师陈省身之后，第二位受到沃尔夫数学奖青睐的华人

著名华人数学家丘成桐教授最近接到通知，他将获得有数学家终身成就奖之称的沃尔夫数学奖。沃尔夫奖表彰他在几何分析领域的贡献，在几何和物理的多个领域都产生了“深刻而引人注目的影响”。

始创于1976年的沃尔夫奖是国际最高学术大奖之一，由以色列的沃尔夫基金会颁发，在农业、化学、数学、医药、物理、艺术6个领域授奖。

2010年沃尔夫奖颁奖典礼定于5月13日在耶路撒冷举行，届时丘成桐将与美国数学家丹尼斯·沙利文分享这笔10万美元的奖金。

至此，丘成桐已经囊括数学界两大最高奖项。早在1982年，他就获得40岁以下数学家最高奖——国际数学联盟菲尔兹奖，而沃尔夫数学奖则被视为终身成就的象征。

丘成桐的得奖还为沃尔夫奖创造了另一佳话：他是继自己的导师陈省身之后，第二位受到沃尔夫数学奖青睐的华人。

61岁的丘成桐现为哈佛大学数学系教授。他以证明“卡拉比猜想”而蜚声国际，是几何分析学科的主要奠基人。2009年底，丘成桐应邀担任清华大学数学科学中心主任。

（吴锤结 供稿）

中青报：丘成桐的大奖不是被“牛顿的苹果”砸中的

著名华人数学家丘成桐教授最近接到通知，他将获得有数学家终身成就奖之称的沃尔夫数学奖，以表彰他在几何分析领域的贡献，以及在几何和物理的多个领域都产生的“深刻而引人注目的影响”。（《科学时报》2月3日）

这是丘成桐继1982年获得菲尔茨奖后，再次获得国际最顶尖的数学大奖。菲尔茨奖和沃尔夫奖双奖得主，迄今只有13位。而同时还获得克雷福特奖的数学家，全球只有他和德利涅两人。这三项标志性的数学大奖集于丘成桐先生一身，充分证明丘先生的学术成就得到了国际同行的高度认可。

在许多关于丘先生的报道中，我们经常能看到诸如“少年有成”、“天才数学家”、“能力超凡”这样的字眼，这一方面向公众介绍了丘先生在数学方面的卓越能力，一方面又容易给读者造成一种误导，认为丘先生的成就主要来自其过人的天赋。其实，丘先生自己对此就很不以为然。他在《数学的演化》一文中说：“媒体或一般传记作者喜欢说某人是天才，下笔成章，仿佛做学问可以一蹴而就。其实无论文学和数学，都需要经过深入的思考才能产生传世的作品。”

丘先生攻克卡拉比猜想就是很好的例子。1973年的时候，丘先生开始向这一猜想发起挑战。

起先他试图证明卡拉比猜想是错误的，经过几十次失败后，他调整了思路，转而证明这一猜想是对的。这次证明整整经历了漫长的4年，他一人独居，每天工作到凌晨。可以说，丘先生之所以取得累累硕果，与其天赋有关，但更重要的是来自他对数学研究的高度的热情与孜孜不倦的投入。

一直以来，国人对“牛顿的苹果”津津乐道：17世纪60年代的某一天，牛顿坐在苹果树下沉思，一个苹果掉下来，不偏不倚地砸在牛顿的脑袋上，这让他顿生灵感，从而发现了“万有引力定律”。与此相似的还有许多，如阿基米德在泡澡时发现“阿基米德定律”，“凯库勒在梦中发现苯环”，“瓦特看到水烧开后的壶盖而发明了蒸汽机”，等等。这些科学史上童话般的故事，突出地强调了科学发现中“灵机一动”的极大魅力，却忽略了“灵感”的产生不是无缘无故的，而必须以持之以恒的刻苦钻研为基础。

(吴锤结 供稿)

丘成桐：从明治维新到二战前后中日数学人才培养之比较

序言

在牛顿（1642~1727）和莱布尼茨（1646~1716）发明微积分以后，数学产生了根本性的变化。在18到19世纪200年间，欧洲人才辈出，在这期间诞生的大数学家不可胜数，重要的有：尤拉（Euler, 1707~1783），高斯（Gauss, 1777~1855），阿贝尔（Abel, 1802~1829），黎曼（Riemann, 1826~1866），庞卡莱（Poincare, 1854~1912），希尔伯特（Hilbert, 1862~1943），格拉斯曼（Grassmann, 1809~1877），傅立叶（Fourier, 1768~1830），伽罗华（Galois, 1811~1832），嘉当（E.Cartan, 1869~1951），伯努利（D. Bernoulli, 1700~1782），克莱姆（G. Cramer, 1704~1752），克莱罗（A. Clairaut, 1713~1765），达朗贝尔（d' Alembert, 1717~1783），兰伯特（J. Lambert, 1728~1777），华林（E. Waring, 1734~1798），范德蒙德（Vandermonde, 1735~1796），蒙日（Monge, 1746~1818），拉格朗日（Lagrange, 1736~1814），拉普拉斯（Laplace, 1749~1827），勒让德（Legendre, 1752~1833），阿冈（R. Argand, 1768~1822），柯西（Cauchy, 1789~1857），莫比乌斯（Möbius, 1790~1868），罗巴切夫斯基（Lobachevsky, 1792~1856），格林（Green, 1793~1841），波尔约（J. Bolyai, 1802~1860），雅可比（Jacobi, 1804~1851），狄利克雷（Dirichlet, 1805~1859），哈密尔顿（W. Hamilton, 1805~1865），刘维尔（Liouville, 1809~1892），库默尔（Kummer, 1810~1893），魏尔斯特拉斯（Weierstrass, 1815~1897），布尔（G. Boole, 1815~1864），斯托克斯（G. Stokes, 1819~1903），凯莱（Cayley, 1821~1895），切比谢夫（Chebyshev, 1821~

1894)，埃尔米特 (Hermite, 1822~1901)，爱森斯坦 (Eisenstein, 1823~1852)，克罗内克 (Kronecker, 1823~1891)，开尔文 (Kelvin, 1824~1907)，麦克斯威尔 (J. Maxwell, 1831~1879)，富克斯 (L. Fuchs, 1833~1902)，贝尔特拉米 (E. Beltrami, 1835~1900) 等。

他们将数学和自然科学融合在一起，引进了新的观念，创造了新的学科。他们引进的工具深奥而有力，开创了近 300 年来数学的主流。数学的发展更推进了科学的前沿，使之成为现代文化的支柱。

在这期间，东方的数学却反常地沉寂。无论中国、印度或者日本，在 17 世纪到 19 世纪这 200 年间，更无一个数学家的成就可望上述诸大师之项背。其间道理，值得深思。数学乃是科学的基础，东方国家的数学不如西方，导致科学的成就不如西方，究竟是什么原因呢？这是一个大问题。

这里我想讨论一个现象：在明治维新以前，除了江户时代关孝和 (Takakazu Seki Kowa, 1642~1708) 创立行列式外，日本数学成就远远不如中国，但到了 19 世纪末，中国数学反不如日本，这是什么原因呢？在这里，我们试图用历史来解释这个现象。

19 世纪中日接受西方数学的过程

1859 年，中国数学家李善兰 (1811~1882) 和苏格兰传教士伟烈亚力 (Alexander Wyle, 1815~1889) 翻译了由英国人 De Morgan (1806~1871) 所著 13 卷的《代数学》和美国人 Elias Loomis 所著 18 卷的《代微积拾级》。他们将欧几里得的《几何原本》全部翻译出来，完成了明末徐光启 (1562~1633) 与利玛窦未竟之愿，在 1857 年出版。

就东方近代数学发展史来说，前两本书 (《代数学》、《代微积拾级》) 有比较重要的意义，《代数学》引进了近代代数，《几何原本》、《代微积拾级》则引进了解析几何和微积分。

李善兰本人对三角函数、反三角函数和对数函数的幂级数表示有所认识，亦发现所谓尖锥体积术和费尔马小定理，可以说是清末最杰出的数学家，但与欧陆大师的成就不能相比拟，没有能力在微积分基础上发展新的数学。

此后英人傅兰雅 (John Fryee, 1839~1928) 与中国人华蘅芳 (1833~1902) 也在 1874 年翻译了英人华里司 (William Wallis, 1768~1843) 所著的《代数术》25 卷和《微积溯源》8 卷，他翻译的书有《三角数理》12 卷和《决疑数学》10 卷，后者由英人 Galloway 和

Anderson 著作，是介绍古典概率论的重要著作，在 1896 年出版。

这段时期的学者创造了中国以后通用的数学名词，也建造了一套符号系统（如积分的符号用禾字代替）。他们又用干支和天地人物对应英文的 26 个字母，用二十八宿对应希腊字母。

这些符号的引进主要是为了适合中国国情，却也成为中国学者吸收西方数学的一个严重障碍。事实上，在元朝时，中国已接触到阿拉伯国家的数学，但没有吸收它们保存的希腊数学数据和它们的符号，这是一个憾事。

当时翻译的书籍使中国人接触到比较近代的基本数学，尤其是微积分的引进，更有其重要性。遗憾的是在中国洋务运动中占重要地位的京师同文馆（1861）未将学习微积分作为重要项目。

而福州船政学堂（1866）则聘请了法国人 L.Medord 授课，有比较先进的课程。1875 年，福州船政学堂派学生到英法留学，如严复在 1877 年到英国学习数学和自然科学，郑守箴和林振峰到法国得到巴黎高等师范的学士学位，但对数学研究缺乏热情，未窥近代数学堂奥。

日本数学在明治维新（1868 年）以前虽有自身之创作，大致上深受中国和荷兰的影响。1862 年日本学者来华访问，带回李善兰等翻译的《代数学》和《代微积拾级》，并且广泛传播。他们迅即开始自己的翻译，除用中译本的公式和符号外，也利用西方的公式和符号。

明治天皇要求国民向全世界学习科学，他命令“和算废止，洋算专用”，全盘学习西方数学。除了派留学生到欧美留学外，甚至有一段时间聘请了 3000 个外国人到日本帮忙。日本和算学家如高久守静等虽然极力抵制西学，但政府坚持开放，西学还是迅速普及，实力迅速超过中国。

日本人冢本明毅在 1872 年完成《代数学》的日文译本，福田半则完成《代微积拾级》的日文译本，此外还有大村一秀和神田孝平。神田在 1865 年已经完成《代微积拾级》的译本，还修改了中译本的错误，并加上荷兰文的公式和计算。日本人治学用心，由此可见一斑。

此后日本人不但直接翻译英文和荷兰文的数学书，Fukuda Jikin 还有自己的著作，例如 Fukuda Jikin 在 1880 年完成《笔算微积入门》的著作。

日本早期数学受荷兰和中国影响，明治维新期间则受到英国影响，其间有两个启蒙的数学家，第一个是菊池大麓（Dairoku Kikuchi, 1855~1917），第二个是藤沢利喜太郎

(Rikitaro Fujisawa, 1861~1933)，他们都在日本帝国大学 (Imperial University) 的科学学院 (The Science College) 做教授，这间大学以后改名为东京大学 (日本京都帝国大学到1897年才成立)。

菊池在英国剑桥大学读几何学，他的父亲是 Edo 时代的兰学家 (Dutch Scholar)，当时英国刚引进射影几何，他就学习几何学，并在班上一直保持第一名，他和同班同学虽然竞争剧烈，却彼此尊重。

根据菊池的传记，说他一生不能忘怀这种英国绅士的作风，以后他位尊权重，影响了日本学者治学的风骨。

他在剑桥得到学士和硕士，在 1877 年回到日本，成为日本第一个数学教授，日本的射影几何传统应该是由他而起，以后中国数学家苏步青留日学习射影、微分几何，就是继承这个传统。

菊池家学渊源，亲戚、儿子都成为日本重要的学者，他在东京帝国大学做过理学院院长、校长，也做过教育部长、京都帝大校长、帝国学院 (Academy) 的院长。

他对明治维新学术发展有极重要的贡献，他思想开放，甚至有一阵子用英文授课。

藤沢利喜太郎在 1877 年进入日本帝国大学学习数学和天文，正好也是菊池在帝大开始做教授那一年。他父亲也是兰学家，在菊池的指导下，他在东京大学学习了五年时间，然后到伦敦大学念书，数个月后再到德国柏林和法国的 Strasbourg。在柏林时，他师从库默尔 (Kummer)、克罗内克 (Kronecker) 和魏尔斯特拉斯 (Weierstrass)，这些人都是一代大师。

藤沢利喜太郎 1887 年回到日本，开始将德国大学做研究的风气带回日本。他精通椭圆函数论，写了 14 篇文章，并于 1925 年成为日本参议员，于 1932 年当选为日本的院士。

菊池和藤沢利喜太郎除了对日本高等教育有重要贡献外，也对中学和女子教育有贡献，编写了多本教科书。

20 世纪初叶的日本和中国数学

1. 日本数学

20 世纪初叶最重要的日本数学家有林鹤一 (Tsuruichi Hayashi, 1873~1935) 和高木贞治 (Teiji Takagi, 1875~1960)。林鹤一创办了东北帝国大学的数学系，并用自己的收入创办了 Tohoku 数学杂志。

但日本近代数学的奠基人应该是高木贞治。他在农村长大，父亲为会计师。他在 1886 年进中学，用的教科书有由 Todhunter 写的 Algebra for Beginners 和由 Wilson 写的 Geometry。到了 1891 年，他进入京都的第三高中，三年后他到东京帝大读数学。

根据高木的自述，他在大学的书本为 Durègi 写的《椭圆函数》和 Salmon 写的《代数曲线》，他不知道这些书籍与射影几何息息相关。当时菊池当教育部长，每周只能花几个小时授课，因此由藤沢主管，用德国式的方法来教育学生。他给学生传授 Kronecker 以代数学为中心的思想。高木从 Serret 写的 Algebra Supérieure (法语) 书中学习阿贝尔方程，并且学习 H. Weber 刚完成的两本关于代数学的名著。

1898 年，高木离开日本到德国柏林师从 Frobenius，当时 Fuchs 和 Schwarz 还健在，学习的内容虽然和日本相差不大，但与名师相处，气氛确实不同。

1900 年，高木访问 Göttingen (哥廷根)，见到了数学大师 Klein 和 Hilbert。欧洲年轻的数学家大多聚集在此，讨论自己的创作。高木自叹日本数学不如此地远甚，相距有半个世纪之多。然而一年半以后，他大有进步，能感觉自如矣。可见学术气氛对培养学者的重要性。

高木师从 Hilbert，学习代数数论，印象深刻。他研究 Lemniscate 函数的 complex multiplication。他在 1903 年完成博士论文，由东京大学授予博士学位 (1900 年时东京大学已经聘请他为副教授)。

1901 年，高木回到东京，将 Hilbert 在 Göttingen (哥廷根) 领导研究的方法带回东京大学，他认为研讨会 (Colloquia) 这种观念对于科研至为重要，坚持数学系必须有自己的图书馆和喝茶讨论学问的地方。1904 年他被升等为教授，教学和研究并重。他的著作亦包括不少教科书，对日本数学发展有很深入的影响。

1914 年第一次世界大战爆发，日本科学界与西方隔绝，他不以为苦，认为短期的学术封闭对他反而有很大的帮助，可以静下心来深入考虑 class field 理论。在这期间，他发现 Hilbert 理论有不足之处，在 1920 年 Strasbourg 世界数学大会中，他发表了新的理论。两年后他的论文得到 Siegel 的赏识，建议 Artin (Emil Artin) 去研读，Artin (Emil Artin) 因此推导了最一般的互反律，完成了近代 class field 理论的伟大杰作。

高木的学生弥永昌吉 (Shokichi Iyanaga) 于 1931 年在东京帝国大学毕业, 到过法德两国, 跟随过 Artin, 在 1942 年成为东京大学教授。他的学生众多, 影响至巨。

日本在上世纪 30 年代以后 60 年代以前著名的学者有如下几位:

东京大学毕业的有: 吉田耕作 (Kosaku Yoshida, 1931), 中山传司 (Tadashi Nakayama, 1935), 伊藤清 (Kiyoshi Ito, 1938), 岩堀永吉 (Nagayoshi Iwahori, 1948), 小平邦彦 (Kunihiko Kodaira, 1949), 加藤敏夫 (Tosio Kato, 1951), 佐藤幹夫 (Mikio Sato, 1952), 志村五郎 (Goro Shimura, 1952), 铃木道雄 (Michio Suzuki, 1952), 谷山丰 (Yutaka Taniyama, 1953), 玉河恒夫 (Tsuneo Tamagawa, 1954), 佐竹一郎 (Ichiro Satake, 1950), 伊原康隆 (Yasutaka Ihara); 京都大学毕业的有: 冈洁 (Kiyoshi Oka, 1924), 秋月康夫 (Yasuo Akizuki, 1926), 中野重雄 (Shigeo Nakano), 户田芦原 (Hiroshi Toda), 山口直哉 (Naoya Yamaguchi), 沟泷茂 (Sigeru Mizohata), 荒木不二洋 (Fujihiko raki), 广中平佑 (Heisuke Hironaka 硕士, 1953), 永田雅宜 (Masayoshi Nagata 博士, 1950); 名古屋大学毕业的有: 角谷静夫 (Shizuo Kakutani, 1941), 仓西正武 (Masatake Kuranishi, 1948), 东谷五郎 (Goro Azumaya, 1949), 森田纪一 (Ki~iti Morita, 1950); 东北大学毕业的有: 洼田忠彦 (Tadahiko Kubota, 1915), 茂雄佐佐木 (Shigeo Sasaki, 1935); 大阪大学毕业的有: 村上真悟 (Shingo Murakami), 横田洋松 (Yozo Matsushima, 1942)。

东京大学和京都大学的学者继承了高木开始的传统, 与西方学者一同创造了 20 世纪中叶数学宏大的基础, 这些学者大都可以说是数学史上的巨人。

其中小平邦彦和广中平佑都是 Fields medal (菲尔茨奖) 的获得者, 他们都在美国有相当长的一段时间, 广中平佑在哈佛大学得到博士, 20 世纪 90 年代后回日本。小平邦彦则在 1967 年回国, 他在美国有 4 位博士生, 而在日本则有 13 位之多, 著名的有 K.Ueno, E.Horikawa, I.Nakamura, F.Sakai, Y.Miyaoka, T.Fujita, T.Katsura 等, 奠定了日本代数几何的发展。

M.Sato 的学生有 T.Kawai、T.Miwa、M.Jimbo 和 M.Kashiwara, 都是代数分析和可积系统的大师。Nagata 的学生有 S.Mori、S.Mukai、M.Maruyama。其中 Mori 更得到菲尔茨奖。

2. 中国数学

李善兰（1811~1882）和伟烈亚力翻译 Loomis 的《微积分》以后，数学发展不如日本，京师同文馆（1861 年创办）和福州船政学堂（1866 年创办）课程表都有微积分，但影响不大。

严复（1854~1921）毕业于福州船政学堂后到朴茨茅斯和格林威治海军专门学校读数学和工程，却未遇数学名家。容闳（1828~1912）在 1871 年带领幼童赴美留学，以工程为主，回国后亦未能在数学和科技上发展所长。

甲午战争后，中国派遣大量留学生到日本留学，在 1901 年张之洞和刘坤一上书光绪皇帝：“……切托日本文部参谋部陆军省代我筹计，酌批大中小学各种速成教法，以应急需。”

1906 年，留日学生已达到 8000 人，同时又聘请大量日本教师到中国教学。冯祖荀大概是最早到日本念数学的留学生，他在 1904 年就读于京都帝国大学，回国后，他在 1913 年创办北京大学数学系。

1902 年，周到达日本考察其数学，访问日本数学家上野清和长泽龟之助，发表了《调查日本算学记》，记录了日本官校三年制理科大学的数学课程：

第一年：微分、积分、立体及平面解析几何，初筹算学、星学及最小二乘法、理论物理学初步，理论学演习、算学演习。

第二年：一般函数论及代数学、力学、算学演习、物理学实验。

第三年：一般函数论及椭圆函数论、高等几何学、代数学、高等微分方程论、高等解析杂论、力学、变分法、算学研究。

这些课程，除了没有包括 20 世纪才出现的拓扑学外，其内容与当今名校的课程不遑多让。中国当时大学还在萌芽阶段，更谈不上这样有深度的内容。

周达又从与上野清交流中得知华蘅芳翻译《代数术》时不应删除习题。周达的三子周炜良以后成为中国 20 世纪最伟大的代数几何学家。

现在看来，全面学习日本不见得是当年洋务运动的一个明智选择，日本在 19 世纪末、20 世纪之交期间的科学虽然大有进步，但与欧洲还有一大段距离。中国为了节省用费，舍远求近，固可理解，然而取法乎其中，鲜有得乎其上者。

紧接着中国开始派学生到美国，其中有胡敦复（1886~1978）和郑之蕃（1887~1963），

前者在哈佛念书，后者在 Cornell 大学再到哈佛访问一年，他们两人先后（1911 和 1920 年）在清华大学任教，1927 年清华大学成立数学系时，郑之蕃任系主任。

在哈佛大学读书的学生亦有秦汾，曾任北京大学教授，1935 年中国数学会之发起人中有他们三人，胡敦复曾主持派送三批留美学生，共 180 人。

1909 年美国退回庚子赔款，成立中国教育文化基金，列强跟进后，中国留学欧美才开始有严谨的计划。严格的选拔使得留学生素质提高。哈佛大学仍然是当时中国留学生的主要留学对象，胡明复（1891~1927）是中国第一个数学博士，从事积分方程研究，跟随 Osgood 和 B?觥cher。第二位在哈佛读书的中国数学博士是姜立夫（1890~1978），他跟随 Coolidge，念的是几何学。

俞大维（1897~1993）也在哈佛哲学系跟随 Sheffer 和 Lewis 读数理逻辑，在 1922 年得到哲学系的博士学位。刘晋年（1904~1968）跟随 Birkhoff 在 1929 年得到博士学位。江泽涵（1902~1994）跟随 Morse 学习拓扑学，1930 年得到博士学位。申又枨（1901~1978）跟随 Walsh 学习分析，1934 年得到博士学位。

芝加哥大学亦是中国留美学生的一个重要地点，其中杨武之（1896~1973）师从 Dickson 读数论，1926 年得到博士。孙光远跟随 Ernest Lane 读射影微分几何，1928 年获得博士。胡坤升跟随 Bliss 学分析，1932 年获得博士。此外在芝加哥获得博士学位的还有曾远荣和黄汝琪，先后在 1933 和 1937 年得到博士学位。

除了哈佛和芝加哥两所大学外，中国留学生在美国获得数学博士学位的还有：20 世纪 20 年代，孙荣（1921, Syracuse）、曾昭安（1925, Columbia）；30 年代，胡金昌（1932, 加州大学）、刘叔廷（1930, 密歇根）、张鸿基（1933, 密歇根）、袁丕济（1933, 密歇根）、周西屏（1933, 密歇根）、沈青来（1935, 密歇根）。

留法的博士有：刘俊贤（1930）在里昂大学研究复函数；范会国（1930）在巴黎大学研究函数论；赵进义（1927）在里昂大学研究函数论。

留法诸人中最具影响力的是熊庆来，他 1926 年到清华任教，1928 年做系主任，1932 年到法国留学，1933 年获得法国国家理科博士学位后，在 1934 年回国继续任清华大学数学系主任。他的著名的学生有杨乐和张广厚，奠定了中国复变函数的基础。

德法两国当时的数学领导全世界，Courant 在 Gottingen（哥廷根）大学带领了不少中国数学家，例如魏时珍（1925）、朱公谨（1927）、蒋硕民（1934），论文都在微分方程这

个领域。

曾炯之（1898~1940）在哥廷根大学师事 Noether，1934 年得到博士学位，他的论文在数学上有重要贡献。程毓淮（1910~1995）亦在哥廷根得到博士学位，研究分析学。1935 年夏，吴大任到德国汉堡，与陈省身第三次同学，在布拉施克教授指导下做研究，1937 年回国。

留学日本的有陈建功（1882~1971），在东北大学师从藤原松三郎研究三角级数，1929 年获得博士；苏步青（1902~2003）在东北大学师从洼田忠彦学习射影微分几何，1931 年获得博士，回国后陈建功和苏步青先后任浙江大学数学系主任。

苏步青的著名学生有熊全治、谷超豪、胡和生。留日的还有李国平、杨永芳、余潜修、李文清等人。

总的来说，中国第一批得到博士学位的留学生大部分都回国服务，对中国数学起了奠基性的作用。在代数方面有曾炯之，在数论方向有杨武之，在分析方面有熊庆来、陈建功、胡明复、朱公谨，在几何方面有姜立夫、孙光远、苏步青，在拓扑学方面有江泽涵。

江泽涵成为北京大学系主任，姜立夫在 1920 年创办南开大学数学系，孙光远成为中央大学系主任，陈建功成为浙江大学系主任，曾昭安成为武汉大学系主任。

通过他们的关系，中国还邀请到

Hadamard、Weiner、Blaschke、Sperner、G.D.Birkhoff、Osgood 等大数学家访华，对中国数学发展有极大影响力。在此以前，法国数学家 Painlevé 和英国数学家罗素在 1920 年和 1921 年间访问中国，但影响不如以上诸人。

紧跟着下一代的数学家就有陈省身、华罗庚、周炜良等一代大师，他们的兴起意味着中国数学开始进入世界数学的舞台。许宝騄在 1935 年毕业于清华大学，成为中国统计学的创始人，他的工作在世界统计学界占有一席之地。在西南联大时，他们也培养了一批优秀的数学家，其中包括王宪忠、万哲先、严志达、钟开莱等人。冯康则在中央大学毕业，成为有限元计算法的创始人之一。

稍后浙江大学则有谷超豪、杨忠道、夏道行、胡和生、王元、石钟慈等。在中央研究院时，培养的杰出学生还有吴文俊等人。其中陈省身、华罗庚、许宝騄等都是清华的学生，也是我尊重的中国学者。陈省身在海外的学生有廖山涛、郑绍远等。华罗庚则在解放初年回国后，带领陆启铿、陈景润等诸多杰出学者，成为新中国数学的奠基者。

结语

与日本比较，中国近代数学的奠基可以说是缓慢而迟滞的，微积分的引进早于日本，却被日本反超。这与日本政府在1868年明治维新公开要求百姓全面向西方学习有一定的关系。中国人直到现在还不能忘怀“中学为体，西学为用”的信念，因此在追求真理的态度上始终不能全面以赴。

菊池等在英国除了学习几何和分析外，也将英国的绅士（gentleman）精神带回本国学术界，高木贞治师从德国大师，成功地将哥廷根的数学研究和研究方法传到东京大学，回国15年后，他本人的研究亦臻世界一流，他对数学的热情非当时中国诸公可比拟。事实上，中国留学生在1935年以前的论文能够传世的，大概只有曾炯之的曾氏定理。不幸的是，曾炯之回国后未受到重视，很早就去世了。

从菊池开始，留学生回日本后得到政府重用，从基础数学做起，无论对中学还是对大学的教育都极为尽力（高木以一代大师之尊，竟然著作中学教科书14本之多）。到20世纪40年代已经有多样开创性工作，与欧美诸国不遑多让了。有一点值得中国注意的：基本上所有日本的名学者在做副教授以前都到欧美访问一段时间，直接接触学问的最前沿。

本人接触过的日本数学大师有伊藤清、岩泽健吉、小平邦彦、加藤敏夫、志村五郎、佐竹一郎、广中平佑等，都是谦谦君子，谈吐言行都以学问为主题，弥足敬佩。

反观中国，早期学习西方，以应用科技为主，缺乏对数学的热情，一直到上世纪20年代，中国留学生还没有认识到当代最先进的数学，而在19世纪来华的传教士，对数学认识不深，中国学者没有寻根究底，始终未接触到学问的前沿。在教育年轻学者方面也不如日本学者。中国留学生在甲午战争后以留日为主，在庚子赔款早期则以美国为主，亦有到德法的留学生。

在20世纪早期日美数学远不如德法，而中国留学生却以日美为主，可见当时留学政策未有把握到求学的最佳方向。幸而这些早期留学生学成后都回国服务，到40年代中国数学已经奠基成功。

值得注意的是，日本和美国数学的迅速兴起和他们的学习方法有密切的关系。一方面接受英国式的绅士教育，一方面又接受德国式研究型大学的精神，在以研究为高尚目标的环境下，学者对学问投入浓厚的兴趣。

举例来说，中国留学生在哈佛留学的同时，哈佛的学生有 Whitney 和 Morse 研习拓扑，Morrey 和 Doob 研究方程学和概率论，他们都成为一代大师，但他们的中国同学回国后在数学上的造诣不逮他们远甚。

解放后在华罗庚教授带领下，中国数学在某些方向已开始进入国际水平，“文革”后则元气大伤，近 30 年来在本国产生的数学研究难与西方相比，而留学生中杰出者远不如陈、华、周诸大师，又不愿全面回国。本国培养的博士生，素质好的有相当大部分放洋去国，造成今日数学界的困境。

人才的引进需要与本国的精英教育挂钩。美国大学成功的重要因素在于本科生和研究生的培养，也就是孔子说的教学相长，有大师而无杰出的年轻学生，研究是无法深入的。没有做学问的热情，没有崇高的志愿，也不可能产生杰出的研究，这些热情不是金钱可以购买的。

这一段历史给我们看到很多重要的事情，求学必须到精英荟萃之处认真学习、不慕名利，教学相长，庶几近之。

近年来，中国高校学术抄袭、作假之事不断，这种学风不改，中国数学要赶上世界水平，恐怕还有相当长的时间。

然而政府已经决定对培养人才投入更多的经费，希望在公元 2020 年前成为人才大国，在经费充裕和年轻一代得到重用的背景下，我深信中国学术环境会有大改变，很快就会迎头赶上最先进的国家。但是百年树人，一方面要大力投入，一方面也要有耐心，学问才能做好。

近年来韩国和越南政府开始大量投入基础科学的研究，据估计，明年世界数学家大会将会有从这些国家出身的年轻数学家得到菲尔茨奖。他们的文化，与中国息息相关，中国何时才能够在本土培养出这种水平的数学家，固然是政府和我们老百姓所关心的事情。

反过来说，得到国际大奖固是一个重要指标，但在基础学问或研究上，我们要看得更远更崇高，才能成就大事业，儒家说“天人之际”，中国学者能够达到这个境界，始无负于古圣先贤的教诲！

作为一个中国数学家，看着我们有些有能力有才华的学者为了蝇头小利，竞争得头破血流，不求上进，使人感伤。很多有权位的学者，更以为自己代表泱泱大国，可以傲视一切，看不起第三世界的学者。然而“学如逆水行舟，不进则退”，学问的评判自有其客观性，我

们面对有学问的专家时，自然知道自己的长处和缺点。

汉唐时代，中国不单是经济军事大国，也是文化大国，亚洲国家称中国为父母之国。经过60年的建设，中国终于成为经济大国，在世界强国环伺下，举足轻重。然而在数学研究上，我们远远比不上上世纪40和60年代陈、华领导的光景。

今日中国数学的前途，端赖于年轻一代数学家的培养，研究生的培养则溯源于中学生的教育。历史上数学名家都在30岁前发表过重要工作，望政府留意焉。

50年前我读《红楼梦》，虽然“不解其中意”，但是贾宝玉说“何我堂堂须眉，诚不若彼裙钗哉？”使我感慨良深。

今日我们在清华园重新燃烧起我国人对数学的热情，让我们忘记了名利的追求，忘记了人与人间的纠纷，校与校间的竞争，国与国间的竞争。让我们建立一个为学问而学问，一个热烈追求真和美的数学中心，也希望在中央和学校的支持下，在我们国内外朋友的帮助下，让这个重新燃起的火光永恒不熄，也让我们一起在数学史上留下值得纪念的痕迹。

（本文由卢小兵根据丘成桐先生2009年12月17日下午于清华大学的演讲录音整理）

（吴锤结 供稿）

徐光宪：德智体美群劳乐，素质教育与我的幸福观

2008年国家最高科学技术奖获得者、中国科学院院士徐光宪既是一位著名的科学家，也是一位杰出的教育家，可以说，他的科研生涯有多长，教育生涯也就有多长，正如季羨林先生所言：“桃李满天下，师德传四方。”而今，年已九旬的徐光宪早已离开科研一线，但思考的脚步从未停止，最近，徐光宪先生专门撰写长文，系统阐述了自己对近年来一直关注的青少年素质教育问题的思考。徐光宪结合自己的教育科研经历和生活阅历指出，素质教育就是全面培养学生的“德、智、体、美、群、劳、乐”七育。本期周末评论刊发该文的部分内容，与读者一起分享一位耄耋老人的幸福观。



徐光宪

青少年是祖国的未来，承担着中华民族伟大复兴的重任。要加强素质教育，加速创新型人才的培养。

一、什么是素质教育？

我认为素质教育应包含：（1）做人的基本素质，这就是德育。（2）科学素质、技能素质、人文素质，自学能力和独立创新研究的能力，这就是智育。（3）健康素质，这就是体育。（4）艺术素质，这就是美育。（5）社会适应素质和待人处世能力以及心理素质，这就是群育。此外还要增加（6）劳育、（7）乐育。所以，素质教育就是全面培养学生的“德、智、体、美、群、劳、乐”七育。

1. 德育是学会如何做人

首先要树立马克思主义的世界观和价值观。马克思认为世界上的所有事物都在不断的运动发展之中，世界上没有绝对静止的东西。这是马克思主义世界观。社会要发展，生产力要发展，使最大多数人民共同富裕。这就是马克思主义的价值观。包括实践论、矛盾论等的唯物辩证法就是马克思的方法论。十六大以来党中央提出的科学发展观是马克思主义世界观和方法论，是与建设有中国特色社会主义紧密结合的指导方针。牢固树立和全面落实科

学发展观，是对全国人民的共同要求，也是素质教育的根本内容。

落实科学发展观，要树立“三感”：一是认识自己是社会的一个成员，树立社会责任感。二是认识当前中国和世界的形势，树立时代的幸福感。三是认识当前时代的挑战，树立历史的使命感、紧迫感。

社会责任感

人是有知识的社会动物。做人的第一原则是要认识自己是社会的一个成员。我们每个人一生下来到能够进学校念书，凝聚着父母养育的恩情，师长教导的辛劳。我们住的房子、进的学校、吃的粮食、穿的衣服、走的道路，都是父老乡亲多年来辛勤劳动的果实。

我国伟大的教育家、北京大学老校长蔡元培先生曾经说过：“我们人类在生物中无角无爪，很是柔弱，而能发达者，全在彼此互助。只顾一人，是断不能生存的。自己要人家帮助，同时也需要帮助人家。这样大家互助，世界上的事情才弄得好。”

爱因斯坦在《我的世界观》中也说：“我的精神生活和物质生活都依靠着别人（包括生者和死者）的劳动，我必须尽力以同样的份量来报偿。”

所以我们要培养学生爱父母、爱师长、爱家庭、爱社会、爱国家、爱人类的爱心，立志做一个有益于社会的好公民。

时代幸福感

上世纪90年代有一位美国智囊向克林顿进言：20世纪最重大的事件不是两次世界大战，也不是苏联的兴起和解体，而是中国的崛起，由此将改变世界的秩序。中国曾经在世界上领先几千年，其落后是最近200多年的事，现在又重新觉醒，开始加速往前跑了。

现在中国已经超过德国，成为世界第一出口国。今年将超过日本成为世界第二大经济体。2009年中国的经济增长领先世界，成为世界经济恢复的主要原动力。到2040年中国的GDP总量将超过美国，雄踞世界第一，实现200多年来多少先烈为之献身、无数仁人志士梦寐以求的中华腾飞。

现在的中青年同志们到那时候不过五十、六十、七十岁，都能看到这个无限美好的前景，多么幸福呀！这个幸福感，我们从旧社会过来的这一辈人，感受特别深。我们教师一定要深刻认识，并使学生牢记自鸦片战争以来的国耻，认识“千秋耻，既已雪，中兴业，需人

杰”，培养青年学生的时代幸福感。有了时代幸福感，才会产生民族自豪感，有了民族自豪感，才会树立青年人的雄心壮志和历史的使命感。

历史使命感

中华腾飞的美好前景已在我们前面，但要真正实现它，还要缩短贫富差距，提高农民收入，加强廉政建设，应对世界金融危机，需要全体中华儿女的努力，重担尤其落在中青年同志们的身上，我们要使青年学生充分认识历史赋予他们的这一光荣任务，永远铭记紧迫的历史使命感，自觉做高素质的社会主义建设者和接班人。

2. 智育是学会如何做学问

一是把从课堂、书本、实验室和课外学到的科学和人文知识、实验技术和动手能力消化为自己的东西，并建立自己合理的，既有一个或两个专长（专业教育），又有比较宽广的、能适应社会需要的知识框架（通识教育）。智育的另一重要内容是方法教育，即学会自学的方法。“授人以渔”比“授人以鱼”更重要。老师要把打开知识大门的钥匙，连同一张导游图交给学生。还要培养学生的创新思维和创新方法。

3. 体育

体育即健康素质教育，是培养学生具有健康、强壮的身体，树立现代预防医学的理念，学会几种体育运动的技巧。健康的身体是成功的要素，这是不言而喻的。健康是走向成功的基础。健康的要诀是：人要经常参加活动，如游泳、打网球、散步、做体操等。所以在学校教育中，就要教会学生几种体育运动的技巧。

在家庭和学校教育中，要培养青少年从小养成良好的健康生活习惯，不抽烟，少喝酒；合理平衡的饮食；永远乐观的情绪，开朗的性格。吸烟对健康十分有害，希望青年同志们一定不要吸烟。

现代医学已由治病为主，发展到预防第一、治病第二的阶段。所以健康素质教育要使青少年树立现代预防医学的理念和公共卫生的习惯，例如不随地吐痰、勤于洗手等。

预防医学认为人的一生有三个阶段：养育学习阶段、工作服务阶段、休息养老阶段。又有三种状态：健康状态、亚健康状态、疾病状态。一个人从出生到大学毕业，约需 22 年，这是养育学习阶段。从 23 岁起，进入工作服务阶段。我们的目标要使健康状态和工作服务阶段的时间越长越好。

4. 什么是美育？

美育是培养高尚的情操。艺术和音乐是形象思维，科学主要是逻辑思维，但重大的科学理论创新是由形象思维开始的。比如我的头脑中逻辑思维的能力强一些，但形象思维的能力很差。科学理论的创新有两类：一类是发展式的创新，另一类是原始创新。前者是在现有理论的框架下发展，得到新的结果。这类创新主要是用逻辑思维的方法。后者是完全抛开现有理论框架的原始创新，例如爱因斯坦提出的光子学说、相对论，哥本哈根学派提出的量子力学等。这类创新往往起源于形象思维，通过形象思维提出一个假设，然后运用严密的逻辑思维建立理论，并设计实验来验证。

例如爱因斯坦曾经形象地设想如果自己以光速跟着一束光线跑，他会看到什么。他看到的是一串相对静止的光的波包。由此悟出光可能是一束光子流，从而提出了光子学说，圆满地解释了光电效应，因而获得了诺贝尔奖。他的相对论应该获得第二次诺贝尔奖，但未授予。这是诺贝尔评奖委员会的失误。

5. 什么是群育？

群育是学会如何待人处世，培养学生与老师、同学、父母、家庭、亲友、社会进行思想交流、互相关爱和协作相处的能力，培养其团队协作精神和领导艺术。

6. 劳育

劳育是培养学生从事体力和脑力劳动的习惯和技巧，包括家务劳动和生活自理能力，以及平等对待和尊重体力劳动的心态。男孩女孩都应学会缝缝补补和洗衣做菜的家务劳动，家庭之中不能把家务都推给女方等。

7. 乐育就是培养学生的幸福快乐观

我国正处于 200 年来历史上最好的时代，是无数革命先烈牺牲奋斗得来的。我们要有强烈的时代幸福感，具有乐观开朗的性格，在遇到艰难困苦的时候，永远不怕艰险，深信一定能战胜困难；要有取得成功的毅力和决心。

艺术和音乐是形象思维，科学主要是逻辑思维，但重大的科学理论创新是由形象思维开始的。科学理论的创新有两类：一类是发展式的创新，另一类是原始创新。前者是在现有理论的框架下发展，得到新的结果。这类创新主要是用逻辑思维的方法。后者是完全抛开现有理论框

架的原始创新，这类创新往往起源于形象思维，通过形象思维提出一个假设，然后运用严密的逻辑思维建立理论，并设计实验来验证。

二、乐育的重要性：我的幸福快乐观

素质教育中一般没有乐育，所以展开谈一下我的幸福观，即对“什么是幸福”这个问题的回答。每个人都会有不同的回答，这里我选录我的二十几个回答。按照认识的深度分为：直觉观、科学观、哲学观。按照幸福与其他方面的关系分为：幸福快乐与健康的关系，与工作效率的关系，与个人成功的关系，与国家兴旺、中华腾飞的关系。

（一）直觉观

1. 幸福与快乐差不多是近义词，但幸福更长远，快乐更“即时”。幸福与快乐可翻译成英文的 Well-being 或 Happiness。按照《中国大百科全书·哲学卷》的定义：幸福（Well-being）是伦理学的基本范畴之一，指人们在一定的社会生活实践中因目标和理想的实现或接近而感受到的一种内心满足。
2. 幸福是期望的达到。例如童年时得到父母的喜爱，吃到可口的糖果，得到好玩的玩具等都是童年时代的幸福。
3. 幸福是好奇性的满足，是兴趣与爱好的实现。科学工作者的幸福，首先在于科学研究的过程之中。特别是到了“山重水复疑无路”时，忽然发现“柳暗花明又一村”，“蓦然回首，那人正在灯火阑珊处”的时候，是科学家最快乐最幸福的时候。科学家最会享受在科研中克服困难的快乐。
4. 幸福是完成一件顺心的事情。例如爱国艺术家常香玉演完一场义演，捐献一架抗美援朝的飞机时，她是很幸福的。一个人最大的幸福是从事他喜欢的工作，实现他一生的理想。常香玉说：“戏比天大。”对于教师来说，“讲课比天大”。几十年来，我一共在四个领域讲过12门不同的课，从来没有迟到过。我从学生的脸上，看到他们对我的讲课是满意的，我就感到很高兴。我从小喜欢数理化，抱定科学报国的理想。这个理想终于能够逐步实现，我感到非常幸福。
5. 晚年反思人生，忽然有所感悟，把它记录下来，与亲朋好友共同探讨，是一件非常幸福快乐、有意义的事，是晚年难得的乐趣。“有朋自远方来，不亦乐乎！”“知足常乐”，“助人为乐”。这些都是幸福、快乐。

6. 幸福是享受父母、老师、家人、亲友、学生和社会给我的恩情。我有一本感恩卡，把我要感恩的事和人记录下来。我在13岁时生过一次发烧28天的伤寒病，是靠母亲日夜辛勤地看护和中医的治疗救活的。我现在住着高楼大厦，要感恩农民工的辛勤劳动。

翻阅这本感恩卡，我觉得社会和人们对我太好了，我太幸福了。我要努力工作，回报社会给我的恩情。

7. 幸福的要素：仁智、健康、闲暇、金钱。幸福的初级与金钱成比例，中级与健康成比例，高级与闲暇成比例，超级与仁智成比例。

8. 所谓幸福，是有一颗感恩的心，一个健康的身体，一份称心的工作，一位深爱你的爱人和孩子们，一帮可以信赖的朋友，一批聪明勤奋的好学生，获得超越自己的好成就。

9. 现在有所谓“90后”、“80后”、“70后”、“50后”、“30前”或“20前”等等。不同时代出生的人们对幸福或不幸福有不同的感受，这是所谓“代沟”。不同时代出生的人们之间要互相交流，互相了解，这是非常有益的。

我们“20前”、“30前”的老人们，都经历过日本军国主义的侵略，在中国的土地上，上海的英租界或法租界里做第二等公民的屈辱。1948年在渡江解放南京的战争中，我与妻子高小霞在美国听到解放军敢于向停留在长江上的英国军舰紫石英号开炮的消息时非常激动。1949年新中国成立，听到“中国人民站起来了”的宣言非常兴奋。现在中华人民共和国成立60周年，我们深深感到生逢盛世的幸福。

“50后”这一代，遇到十年“文革”，上山下乡，感受失学的痛苦。当他们听到恢复高考，重新有了学习的希望时，是非常幸福的。这代人非常珍惜读书的机会，非常努力勤奋，现在已是各条战线的主力军了。

“80后”、“90后”多数是独生子女，我们本来有些担心他们太娇生惯养了。但在2008年中国奥运火炬在国外传递时，“80后”这一代表达的爱国情怀，受到西方人士的尊敬，提升了中国的国际地位。

（二）幸福快乐与健康的关系

10. 幸福快乐的情绪可以促进健康。“养身在动，养心在静”。首在不发脾气，不寻烦恼，知足常乐。“快乐”是健身的最好补药；反之，在一切不利影响中，对健康危害最大的，莫过于消极的情绪和恶劣的心情。

生气的人是最大的傻瓜：别人的行为无意或有意地让你十分生气，你如一笑置之，别人损害不了你，你也不会损害别人。假如你生气了，你就受到很大伤害，这是你自己惩罚自己。所以生气的人是最大的傻瓜。有人做过实验，用一根吸气管，让生气的人把气吹到一盆清水中，不久清水会出现淡黄色，有时甚至出现淡紫色。说明生气者生理起了反应，呼出的气体有毒素，这种生理反应对身体非常有害。

那么怎样保持快乐的情绪呢？我发现“苦或乐”在很大程度上是一种“主观、相对的情感”，需要有一个参考坐标系来表达这种情感。因此可以通过坐标系原点的移动，来实现情绪的转换，把消极的、不愉快的情绪向积极快乐的方面转化。

例如我在2000年搬到新居，不慎摔了一跤，后脑碰到地板。女儿把我扶起来，当时还好，但半天后就感到头痛，头颈扭伤，心里非常烦恼，后悔自己不当心。后到医院做了CT，脑部没有出血，神经没受损伤。于是我想这次摔跤实在是很运气的，它给我一个警告，使我下决心以后不再骑自行车，避免了以后更严重的摔跤（在70~80岁之间，我骑车摔过三次跤）。这样就感到幸福快乐了。

所以对同一件事情，从不同的角度来考虑，把参考坐标系的原点移动一下，可以得到烦恼或幸福两种完全不同的感受。前者是与没有摔跤的情况相比较，就感到懊恼后悔，后者和摔得更严重的情况相比较，就觉得很幸运，还从中得到教训，感到有收获，就更加高兴了。这就是所谓“人生苦乐一念间”。我把它叫做“情绪转换技术”。这个“技术”给了我许多快乐，希望大家能够采用共享。

11. 晚年能体会到自己存在的价值，是很大的安慰和幸福。我现在90岁了，虽然早已不在第一线工作，但各种各样要做的事情还比较多，每天总有一大叠书报信函送到家，书桌上总有清理不完的文稿，常常为完不成任务而苦恼。但如果有一天，书桌真的清理干净了，却也未必就快乐。因为真的没有什么工作了，社会不需要你了，又会产生老年人的空虚失落感。所以现在有做不完的工作，说明社会还需要我，使我能体会到自己存在的价值，这是人生很大的安慰。这样一想，我就非常高兴了。所以我们要经常从幸福快乐的方面去考虑，这就是笑口常开、健康长寿的诀窍。

12. 糊涂是福。我还有这样的经验：有一次小小的助听器找不到了，买个新的要几千块钱，心里非常不高兴，这就影响情绪，影响工作效率过几天助听器找到了，毫无损失，但几天来的不高兴和工作的低效率却是最大的损失。以后碰到这类事情，我就放开，不去想它，不放在心上。即使真的找不到，也只是有形的损失，避免了更大的无形损失。

13. 幸福不在过去，不在未来，而在“现在”，“当前的时刻就是最快乐的时候”，要学会享受“当前的”幸福。有的人身在福中不知福，一年到头，难得有快乐的时候。或者“杞人忧天”，一天到晚不是担心这个，就是挂念那个。以前，我的个性也是偏向于这一类人。例如1997年4月，浙江大学邀请我和老伴高小霞去参加百年校庆，在乘车去飞机场的路上，我还在想一件没有做完的事情。小霞就责备我说，你这个人真傻，不懂得“Work while work, play while play”，在这样春光明媚的好天气，到天堂般的杭州和千岛湖去，还不会享受旅游的快乐。现在回想起来，小霞已先我走了，这样与老伴在一起的、幸福快乐的旅游，永远享受不到了，那时候身在福中不知福，我真傻呀！

后来，我忽然觉悟了，发现“每一个人在他当前的时刻就是最快乐的时候”。最幸福的时刻不是企盼中的未来，也不是过去的辉煌，而是平平常常的“现在”，是有缺陷的现实。有一位美学专家说：“美就是有破缺的对称”。中国庭院建筑有对称性，但又不完全对称，而是“错落有致”。不要去追求完美的人生，那是不现实的。要满足于有缺陷的现实的人生。

譬如我生了病，住进医院，就想到健康时多么幸福。现在我没有生病，能自由自在地活动，正常吃东西，这就是最大的幸福。所以，能对现实感到满意、幸福，并享受这个快乐的人是最聪明的。我对“快乐”说了那么多话，因为我积几十年的经验，认识到“快乐的情绪”对于老年人的健康实在太重要了。

14. 助人为乐，心胸宽厚，厚积是福，仁者寿。《红楼梦》中的凤姐机关算尽，反误了卿卿性命，她是不懂得糊涂的人。平儿很聪明，帮凤姐办事，但她心地善良，心胸宽厚，在她手中断案时，“装糊涂”放过了很多人。这是“智慧的糊涂”。平儿在贾府的仆人中人缘非常好，厚积是福，平儿的结局应该是幸福的，可惜《红楼梦》没有交待。

（三）幸福快乐与工作效率的关系

15. 促进良性循环，遏止恶性循环。要把“好运”的影响发挥到最大，把“厄运”的影响控制到最小。因为你做了一件顺心的事情，心里高兴，情绪好，工作效率就高，做下一件工作就能顺利完成，这就是良性循环。反之，如果某一件事做坏了，你心里不高兴，那么做第二件事，往往又要做坏，这就是俗谓“祸不单行”，就是恶性循环。

1998年是我家的最倒霉的一年。2月间小霞腮腺发生肿块，被误诊为腮腺炎，直到4月中才确定为癌症，但已扩散到肝脏，耽误了两个月的宝贵时间。后来转到肿瘤医院，住院5个月，终于不治。在这一年中，我心力交瘁，既悲痛失去了最亲的老伴，又后悔不早到肿瘤医院就诊，亲友和同事们都担心我也要垮下来。后来我多看《长寿》杂志和《健康文摘》，

明白这种悲痛悔恨的情绪最是伤神；也想起小霞临终前的遗言，要我好好活下去，做好还想做完的一些工作，照顾好女儿。这样才使我警惕“祸不单行”，把消极情绪扭转过来。1999年，在美国的女儿们再三邀我去她们那里散散心，回来后大家都说我精神好多了。我也自信已经用上面提到的“情绪转换技术”，遏止了恶性循环，走进了良性循环。

（四）幸福快乐与个人成功和中华腾飞的关系

16. 勤奋和效率是个人成功的要素之一，幸福快乐可提高效率，从而帮助你成功。一个国家的振兴和富强是她的全体人民的“成功”的代数和。所以保持幸福快乐的情绪，不只是个人成功的小事，而是有关祖国兴旺发达、中华腾飞的大事。

（五）幸福的科学观

我做人、做事、做学问，有一个习惯，要把定性的形象思维转化为定量的逻辑思维。要把概念公式化、数学化。上面20几个答案是对幸福的直观观，是定性的形象思维。下面四个是公式化、数学化的答案，构成幸福的科学表达式。

17. 幸福 H 是一个分数，即 $H = \text{现实的生活质量} / \text{期望值}$ 。如果你希望幸福，只要把心中的期望值降低一些，就会增加幸福感。

18. 幸福 H 是一个导数，是人的生活质量曲线的斜率。如果把一个人的物质和精神生活的质量 L 对时间 t 作图，可以得到一张人生起落的变化曲线，时间如以年为单位，是长期变化曲线，如以日或小时为单位，是短期变化曲线。个人幸福或苦恼的感受就是 $L-t$ 曲线的导数，即 $H = dL/dt$ 。

19. 幸福 H 是环境因素和心理因素的乘积。即 $H = (\text{环境因素}) \times (\text{心理因素})$ 。

环境因素 = (世界和平与经济环境) \times (国内政治、经济、社会公平、环境保护、官员清廉等环境) \times (所在单位的环境) \times (家庭环境) 等。

心理因素 = 现实的生活质量 / 期望值。

20. 国民幸福总值 GNH

中国科学院院士、兰州分院院长、冻土专家程国栋提出“国民幸福总值”GNH (Gross National Happiness) 新概念，认为至少与GDP同样重要。

国民幸福总值 GNH = 一个国家的居民享受生活的程度

= 个人幸福的总和

= 政治自由 + 经济机会 + 社会机会 + 安全保障 + 文化价值观 + 环境保护。

(六) 幸福的哲学观

21. 英国哲学家休谟曾说：“一切人类努力的伟大目标在于获得幸福。”幸福是生命的意义和目的，是人类生存的终极目标。幸福、平安与快乐是生命最根本的企求，是全世界 60 亿人每个个体的期望，是世界有可能和谐发展、不再有第三次世界大战的根据。

幸福是生命的意义和目的，是人类生存的终极目标（见 Tal Ben-Shahar 著《幸福的方法》）。

22. 幸福不能“独善其身”，如果只有我幸福，周围的人们都不幸福，那么社会就不会安宁，就会动乱，最后我也得不到幸福，所以必须“共同幸福”。有中国特色社会主义的价值观是追求最大多数人的共同富裕，而共同富裕的目的是为了达到共同幸福。所以“乐育”，即幸福快乐观、幸福哲学应该作为素质教育的七育之一。

“每一个人在他当前的时刻就是最快乐的时候”。最幸福的时刻不是企盼中的未来，也不是过去的辉煌，而是平平常常的“现在”，是有缺陷的现实。

（作者为中国科学院院士、北京大学教授）

（吴锤结 供稿）

记中科院上海神经所所长蒲慕明：不著袈衣亦如来



魂牵梦萦：还一个多年的心愿

[**科学时报 郑千里 刘丹报道**] 蒲慕明是美籍华裔科学家，但他却有一颗纯正的中国心。这位美国科学院院士、中国科学院上海神经科学研究所的首任和现任所长，多年来一直兢兢业业、孜孜以求，对中国科学的发展，做了最真诚、最实质、也是最为具体的工作。

大陆出生，台湾长大，美国留学，又回到中国来，这是蒲慕明的特殊经历，他不管在什么地方，始终对中华民族的状况深深关切，而且如果能够做一点事情就尽量去做，在两岸三地用自己力量促进交流，加深彼此的理解。

“打从年轻时代起，我就有比较关心社会的倾向。我走到今天的这一步，也是自然而然的。”蒲慕明说。

蒲慕明1948年在南京出生。还在襁褓之中，他便随父母远渡台湾。

蒲慕明的父亲蒲良梢先生，1938年毕业于上海交大，是机械系航空工程组的第一届毕业生。那一届的毕业生全部投笔从戎，加入抗战成为空军后勤人员。后来国民党政府要造飞机，蒲良梢不久便被派往美国，学习螺旋桨发动机制造技术，他学成回国之后，成为南京发动机制造厂的第一批技术人员。

1949年，母亲带着蒲慕明和他的姐姐，从南京的下关乘船到武汉，然后到了广州，再从广州坐船到台湾。当时被母亲抱在怀中的蒲慕明还没有记忆。但蒲慕明在后来知道，中国航空工业的先驱们大多都是父亲的同学，而父亲的毕生志愿，就是想制造出一架中国自己的飞机。

蒲良梢先生60多岁时，任台湾航空工业发展中心主任，终于造出了“经国号”飞机。蒲良梢先生退休之后，在其事业的最后10年里再创辉煌，在逢甲大学创办了台湾最好的航空工程系。“父亲的人生经历对我的影响很大，他的一些好朋友都成为我的师长。”蒲慕明对本报记者回忆。

蒲慕明家中的墙上挂着一幅诗作：“忘却离乡今几年，水隔青山天外天，旧时欢笑浑为梦，新来思绪总难眠。海外飞传无限意，天涯相赠有诗篇，相知一世知何事，长留肝胆照人间。”这是蒲慕明的父亲与其同学、曾任铁道部总工程师的邹孝标的唱和之作。父亲作诗，由邹孝标书写，时空阻隔不了父辈归根的心愿。

1999年回到中国大陆，年逾50岁的蒲慕明已经是世界知名科学家，他最重要的是还一个心

愿。

因为蒲慕明决定到上海工作的缘故，蒲慕明的父亲也希望来上海常住，不幸的是，2000年的冬天老人家从浦东机场到市区路上遭到车祸，他所乘坐的出租车被一辆环保卡车冲撞，造成头部、肺部、眼睛多处挫伤，在医院住了两个多月。因为这次车祸，此后老人家一直伴有失眠、哮喘、失明、行动不便等，身体就此每况愈下。

蒲慕明父亲遭受的车祸，其实是开卡车的那位肇事环保工人的全责。

但老人家在住院治疗期间，当工人带着一串香蕉去看望他，老人家自己反而过意不去。因为手头没有现金支付，老人家就向来探视的王燕借了50元钱，感叹地对王燕说：这位工人给我送来了香蕉，冬天里的香蕉很贵，他的妻子已经下岗，小孩还在上学，他的家很穷困、真是很不容易呐！等那位工人下次再来医院看望，老人家当即就给了这位工人50元作为补偿。后来，老人家又给了那位工人100元钱。

2007年12月5日，接到父亲不幸在美国去世的噩耗，红着两眼的蒲慕明早上一走进办公室，就对王燕哽咽地说：我的父亲已过世了。王燕说：那您就赶紧回家料理丧事吧。蒲慕明却说：不用了，即便是我现在就回去，也已经见不到他的最后一面，还是把我在上海的工作忙完再说吧！

一个小时之后，处理好当日电子邮件的蒲慕明从办公室出来，又郑重其事地对王燕说：父亲逝世纯属我的私事，请你不要告诉任何人，更不要影响研究所的正常工作。

但是蒲慕明内心一直存有遗憾：当父亲去世时，自己不能守候陪伴在身边，给父亲以些许的慰藉。蒲慕明只记得自己小时候，有一次父亲送他去上学，而后在霞光中匆匆离去的背影。那正像是自己少时熟读过的、朱自清先生写他父亲的《背影》。

立志报国：

一份延续至今的浓情厚爱

蒲慕明从小接受的是中国的传统教育，中国的历史和地理他了如指掌。“我虽然学的是自然科学，但是我始终对文学历史很有兴趣。台湾毕竟地方很小，大家一窝蜂都认为理工科好，学理工有前途，台湾流行的理念是，出国一定要学理工。所以我在大学时学的是物理。但我对中国内地的关切是从小一直延续至今的。”蒲慕明说。

蒲慕明认为，上世纪70年代初期的“保钓”运动，是对在美国华裔留学生的一场教育。

“教会了我们如何关心国家大事，学生不应该只关心自己的实验室工作。这个‘保钓’运动影响了很多学生，也影响了我的心态。”

“保钓”运动之后，许多台湾学者放弃了自己原有的专业，加入联合国等各种国际组织，从事社会公益事业活动。

1976年，蒲慕明在美国普渡大学完成了博士后研究之后，他申请的第一份工作，便是联合国科教文组织的一个职位。“我想为世界的科学文化教育作点贡献，但是很可惜，我连面试的机会都没有得到。”

蒲慕明申请的第二个职位，是回到他的母校——台湾清华大学。蒲慕明给徐贤修校长写了一封信，信中言辞恳切，希望回台教书。徐贤修校长用毛笔回信说，“年轻人立志报国是好事，此事交由沈君山院长办理。”尽管后来蒲慕明并没有能够如愿以偿回到台湾任教，但徐贤修校长的毛笔字他至今仍然清晰在目。

也许是命中注定的蒲慕明学术之路，最终，他申请的第三个职位，美国加州大学埃文分校助理教授被录用，从此开始了他真正的学术人生。

蒲慕明第一次回到中国大陆，是他在32年前在襁褓中离开故土之后的1981年。当时，北京医学院和美国加州大学埃文分校交流项目，合作开办了一个讲习班，加州大学派遣蒲慕明赴中国讲课。

蒲慕明对这次回国的情景依旧历历在目：“当时我住在北京医学院的外国学生宿舍，到晚间肚子饿了，想出去找点东西吃，但街上的饭馆基本上都已经关门，回来时连学校的大门都已经关闭，我只好爬门回宿舍。”这一年蒲慕明虽然才33岁，但已是加州大学埃文分校生理系副教授，第一次回到改革开放不久的中国内地，北京留给他的印象是“到处的灯光都很暗”。

尽管如此，蒲慕明对这片古老的土地并没有感到丝毫的陌生。他依然记得一次在长安街上的饭馆吃刀削面，与其同桌吃饭的一位老师傅问他：“老弟，你是从上海来吧？”老师傅不经意的一句话，蒲慕明竟永久性地记下了，“我听了这话很高兴。虽然我是从海外回来的，但这里的人们还是把我当成自家人。”

毕竟，中美两国关系的坚冰已经打破，毕竟，枯树已经开始绽放绿芽。当时，全国三十几个医学院都派教师来北京医学院学习，暑假一个月的时间，蒲慕明教授神经生理学与细胞

生物学课程。每天的课程分上午两个小时、下午两个小时，上午授课，下午介绍在美国开展的科学研究。

“记得我在讲课时，下面听课的学生年纪都比我大，最大的都已经超过50岁了，甚至有来自新疆医学院的老师，大老远赶来北京听课。”蒲慕明回忆，“两个班，每个班三四十人，每个学生尤其是那些高龄的学生，都在很认真地做笔记，他们虽然不太提问——当时还没有形成这种风气，但我依旧很感动。”

那是中国科学的春天，“大家重新捡起丢掉了十多年的东西，这种发奋努力的精神委实让我钦佩，肃然起敬。”说到这里，蒲慕明的目光依旧闪闪发亮。

“清华”情愫：

更是“亲我中华”情结

蒲慕明的名字，曾几度与“清华”二字相连。

蒲慕明1970年毕业于台湾清华大学物理系，14年后，1984年北京的清华大学复建生物系，时任美国加州大学埃文分校生理系教授的蒲慕明，冲破大洋的万里波涛阻隔，欣然受聘兼任该系的主任。

不知蒲慕明者，认为他此举是因为母校的缘故，才有解不开的“清华”情结；知蒲慕明者，便晓得让他真正魂牵梦萦的，是那终身的“亲我中华”情结。

起初，蒲慕明为清华大学生物系定名为“生物科学和技术系”，一直到最近，清华大学才将其改为了“生命科学院”。

蒲慕明不是“怀才不遇”，但在北京清华大学工作的那段时光，的确是荣光与艰辛的纠葛交织，梦想与现实的冲击碰撞。当时的中国教育科学界，教育科研等经费捉襟见肘，没有足够的力量支持基础研究；而对以基础研究为本的蒲慕明来说，当时刚打开“改革开放”门户的中国，也不具备他拳打脚踢施展才华的环境。

清华大学生物系尽管有着全国最为优秀的学生和教师，但经费支撑严重不足，仅有的一点经费几乎全部用于教学工作。更有甚者，补助生物系老师们工资的奖金，还要从蒲慕明这位外籍系主任的机票补贴中发出。而最令蒲慕明先生感到无奈的是，世界银行的贷款全部用于购买大型仪器，而会使用这些仪器的人员却少之又少。

“当时国内的大型仪器设备虽然多，而我们却没有生物系最常用的电子显微镜，形成了资源的极大浪费和耗散。”蒲先生回忆：“我在清华大学之所以没有继续做下去，原因在于，一是我当时还很年轻，显然力不从心，二是国内科研的大气候还没有形成，我也很无奈，无力更多地改变什么，所以我两年后只能选择了离开。”

虽然是在做一件正确的事情，但选择了在一个错误的时间做，蒲慕明此时应有的结局可想而知。

但这时的离开并不意味着遁逃。在清华生物系复系 10 周年时，蒲慕明专门从美国哥伦比亚大学发来了他的一篇感言，谓之：“1984 年我以兼职身份参与了清华生物系复系初期的筹划工作，10 年来看到了生物系步步茁壮成长，培育了许多优秀的本科生和研究生，为国内的生物科研和教育都作出了重要的贡献。对我个人来说，与清华生物系的联系是我学术生涯中极为珍贵的一段经历。”

清华大学生物系创建 20 周年时，当孙自荣老师邀请蒲慕明为此写几句话，最先映入蒲慕明眼帘的情景，是 20 年前在清华生物系草创初期，“南明兄提着他的黑皮包为复建生物系馆奔走的情景，和在简陋平房的小教室里，与清华大学第一届本科生一起上论文选读课的生动场面。”

由此，蒲慕明还说：“20 年来随着中国经济蓬勃的发展、科研环境不断的改善，清华生物系取得了很好的成就，在国内已处于领先地位。但清华生物系作为国内一流学府清华大学的一个院系，还有更艰巨的路要走，使中国生物科学在国际上取得应有的地位。”

蒲慕明先生也曾为《自然》杂志撰文，现身说其感悟：“基于过去 20 年在中国参与建立一些科研机构的经历，我越来越认识到，中国研究机构在国际上取得卓越地位的障碍也许不是来自经济因素，而是文化因素。”

尽管命运多舛，最后在 1986 年蒲慕明不得不选择了离开清华大学，但在该校生物系重建的最初两年中，他还是为生物科学与技术学科的发展打下了坚实基础。基于他从最初创建清华大学生物系，到后来领导上海神经科学研究所的工作，蒲慕明在 2005 年获得了“中华人民共和国国际科学技术合作奖”殊荣，他这段弥足珍贵而又特殊难忘的人生经历，无疑也是值得浓墨重彩抒写的重要一笔。

科学书香：

创新氛围浓郁的阅览室

2009年春节过后，由中科院武汉分院等研究院所发起，和武汉的高校举行了一个联合报告会，蒲慕明先生欣然应邀在会上作了演讲，讲“科学研究的ABC”，鼓励学生多阅读一些科学家的传记，多了解科学探索和发现的过程。

报告会即兴提问，许多学生请求蒲慕明先生推荐并开列出一个书单，蒲慕明当场就爽快地回答：只要谁对此有兴趣，回去后我完全可以把书单和书评用电子邮件寄出。

蒲慕明留下了自己的电子邮箱。过后，他收到许多学生的电子邮件，也如约给学生们发送了开列的书单和收集的书评，其中有许多书评就是他亲自为神经科学研究所的学生而写下的。

“我为武汉的学生们开列的12本书，其中的第一本，是《创世界的第八天》，讲的是分子生物学革命的历史故事，作者是一位美国的科学记者，名叫Judson，他在上个世纪的五六十年代，访问了近100位的科学家，写出了从1940至1960年代分子生物学革命性发展过程中，生物科学家的生动故事。”蒲慕明对本报记者说：“了解科学发现中所经历的过程，对研究人员掌握方法论无疑是至关重要的，如科学家要如何做实验、在实验出现问题时要如何寻找办法克服。”

“‘科学八股文’现在已成为写论文的标准模式，并没有真实反映科研工作的整个过程，需要花很多力气才能找出来龙去脉。”蒲慕明谈及要认真阅读科学家传记的初衷，甚至不无尖锐地说：“一些20世纪初期的科学论文不是这样。作者会诚实地告诉人们，他为什么做这个工作，原先可能希望得到其他结果，但是没有发现他想要的结果，可是在偶然之中得到了现在的发现，整个来龙去脉都讲得一清二楚。但为了简化或者修饰，现在的论文把真实的来龙去脉都修改了。”

《创世界的第八天》（The Eighth Day of Creation）是蒲慕明竭力向学生们推荐的第一本书。这本书刚出版的时候，他还只是美国加州大学的年轻教授，当时他就要求自己所有的学生都仔细读这本书。“想了解重要创新工作的来龙去脉，就要读科学史、科学家传记，要读科学家写的东西。20世纪生物界最重要的就是分子生物学革命，这是怎样发生的？是谁做的？他们为什么能做出这样的工作？”

蒲慕明常常说，了解分子生物学革命的历史，甚至远比上一门分子生物学课重要，比读100篇最新的分子生物学论文重要。在神经科学研究所的阅览室里，放了3本蒲慕明从美国带回来的The Eighth Day of Creation，他希望所有的学生有空都去读读，哪怕每天只

读几页也可以，读多少是多少，总会有些许收益。大概是为了本报记者能在书香中潜移默化，更好地写出科学新闻，蒲慕明先生还赠送了记者一本《创世界的第八天》。

蒲慕明喜欢读，也常常介绍一些著名科学家的传记和科学家撰写的通俗文章。早在台湾清华大学读书期间，他就曾在老师李怡严的鼓励下，翻译了 G.Gamow 的《汤普金梦游记——近代物理探奇》，交由徐氏基金会出版。这本科普读物，一直到 30 年后还在台湾出版，版权页标明的是“1970 年，清华大学物理系学士蒲慕明译，1993 年再版”，而且在台湾许多书店的书架上都可以找到。

蒲慕明坦陈，过去在美国，凡是由他负责指导的研究生刚进到实验室时，若是学生问他需要看一些什么书、如何准备进入科学生涯，他首先不是指导学生看生物学方面的专业书籍，而是要他们看一些自然科学史方面的书籍，了解世界自然科学史上取得的一些重大成就。如推荐学生看有关卢瑞亚 (S.Luria) 的《吃角子老虎与破试管》，以及介绍沃森 (J.Watson) 的《双螺旋——DNA 结构发现者的告白》，介绍克里克 (F.Crick) 的《狂热的追求》等等有很好看头的科学传记，“在熟读这些科学家传记书籍之后，学生方可了解科学大问题是怎样得以解决”。

蒲慕明认为诺贝尔奖得主 Peter Medawar 所写 *Advice to a Young Scientist* 是一本很好的书。这本书有对年轻科学家的忠告，开卷有益，所以他在 20 年前自己动手还翻译了其中一章，交与国内的一家出版社，建议完成翻译后出版，但因种种原因终于搁浅。

“在我们的阅览室里，还有许多其它不同领域的类似的书，我希望无论是老师还是学生，都能抽出间隙的时间离开实验室，暂时抛开手头繁重的实验工作，花点时间到阅览室去读那些书。”

从某种程度上或也可以说，神经科学研究所这个阅览室的创建历史，就是蒲慕明上任所长之后，将科学方法与思想不断传播、渗透的一个缩影。该阅览室是一个自发组织的系统，主要由其使用者、在学研究生负责维护。在过去的近 10 年里，许多研究生对阅览室的管理做了很多工作。现在阅览室由学生管理员负责，由学生志愿者值周进行维护。有学生称，该阅览室是“一把通往未来的钥匙”。

自 2000 年阅览室建立以来，其中大部分的书籍，都是来自蒲慕明本人的慷慨捐赠。建立属于神经科学研究所自己的阅览室，其深层次的原因，自然也可以追溯到蒲慕明作为一名年轻学子，孜孜追求科学真理的时候。

“蒲先生认为，读那些由大科学家写成的书籍可以激发对科学的兴趣，知道如何分辨科学

的问题，以及如何解决问题。更加重要的是，读一本好书，就相当于听一场来自大科学家的报告。因此蒲先生向阅览室捐赠了很多由一流科学家写就的书籍，希望神经科学研究所的学生能与他一起分享其中的故事。”阅览室的一位学生志愿者这样写到。而神经研究所的管理人员也给予阅览室人力物力的支持，使阅览室有一个舒适的阅读环境。

同行吃惊：

“Really? You can do it?”

如今，海内外科学界广泛认为，在中国科学院，蒲慕明领导的上海生命科学研究院神经科学研究所，是中国科学界一个令人瞩目的典范。

蒲慕明面对本报记者采访，回顾自己带领研究所走过的10年历程，和盘托出的问题之一是：我目前对神经科学研究所最大的担忧，就是对学生的教育不够扎实，如何教育他们踏实做事，不走所谓的“捷径”，不急功近利，培养优秀的品格。我现在常常与学生交谈的，就是严谨、诚信问题。

“在研究所初期的几年里，我们的人才招聘速度和进展都比较慢，主要精力用于扎实工作、出成果、出文章。我们作出一些成绩之后，国外同行吃惊的成分大于赞赏的成分。其实我内心里很明白，我们的工作没有比他们做得好多少，但是他们就是不相信我们能作出这样的成就。当然，他们也看到了中国的巨大潜力，看到了中国在未来科学发展之路上是个不可忽视的力量。”

“美国同行对我回国这10年的工作评价很高，也很羡慕我在中国开展的工作，最初往往还会吃惊地问我：‘Really? You can do it?’因为我除了能做出他们能做的科研工作，我还能做他们不太可能做得了的事情——架设东西方文化交流的桥梁，探索并推行科研机构改革的改革——这实在是件很有意义、很值得竭尽全力去认真做的大事。”蒲慕明笑道，“我非常幸运能有机会将我的部分‘才干’，投入自己科研工作以外的工作。我在上海的工作机会可以说是天时、地利、人和。如果不是发生在中国，也可能发生在台北或香港，这些地方都是我所熟悉的，我能更好发挥自己的潜力。”

蒲慕明鞭辟入里地分析：现在美国的科学界有两种观点。第一种观点认为，科学中心依然在美国，但他们对中国怀有浓厚的兴趣，他们看到中国学生的优秀潜质，他们认为中国有很好的学生，能出很好的成果。但是他们并不认为，中国也有能力引领一个学科或者领域的发展。现在年轻的中国科学家还没有达到这种层次。第二种观点认为，将来世界科学发展的重心有可能转移到亚洲，而中国又是亚洲的重心之一，所以，能与中国的科研机构早

日合作，到中国的科研机构做事，实在是一件具备战略眼光的事情。

美国冷泉港实验室（Cold Spring Harbor Laboratory）的诺贝尔奖生理学或医学奖获得者沃森认为，将来的科学中心将会转移到亚洲，沃森走过了亚洲的中、日等几个国家后，最后决定在中国的苏州建立亚洲冷泉港会议中心，因为中国是亚洲的中心。

蒲慕明对本报记者披露：不久前，沃森又提出建议，希望冷泉港实验室与上海神经研究所建立姐妹关系，开展紧密科学合作。

面对神经研究所的崛起，蒲慕明的态度依旧谦虚而清醒。他对本报记者说，要想成为国际一流的科研所，必须具备3个条件：

“第一，要能在几个神经科学的重要领域持续地出一流的研究成果，并能引起国际同行的注意。”蒲慕明认为，神经科学所已初步具备了第一个条件。

“第二，多数研究组组长在他的研究领域具有一定的国际声誉。国际同行谈起这个领域的工作时，都能想到他这个人。”蒲慕明特别强调，是否能够由重要的国际会议邀请作报告是个重要的标志。仅提交会议论文并不能算是有国际影响，关键是国际最重要的会议能邀请你去作大会报告，这才表明你工作的重要性。

蒲慕明也承认，第二个条件现在神经研究所暂时还不具备。“在我们的二十几个研究组中，也就只有一、两个组长曾被国际重要学术会议邀请作报告。如果我们有1/3的研究组长能常常被重要的国际会议邀请，才算是具备了第二个条件。”

“第三，也是最难的一个条件，就是研究所要能在某些研究领域中，出现作出具有开创性工作的人物。他的工作不但是领域里做得最好的，而且还必须能开创出新的研究领域，或者有非常重大的突破性的发现。他也就是我们常说的大师级的人物，我们若能培养出像这样的领袖人物，就是真正成功了。”

飞人所长：

“我目前的工作是服务”

无论身在美国还是在中国，蒲慕明每周的工作都是7天，每天工作12~14个小时，基本上都没有休假。10年来，蒲慕明平均每月来国内工作一周，人称“飞人所长”。

即便是在美国的时间里，蒲慕明同样也牵挂着神经研究所。党委书记王燕介绍说，蒲先生通常是利用晚上的“时间差”，及时处理研究所事务和回复发给他的电子邮件，有时甚至工作到凌晨一两点。

蒲慕明对工作殚精竭虑，身体状况也就并非十分理想。2005年，王燕和神经研究所的几位同事凑了8000元钱，购置了一台跑步机，放在蒲慕明的办公室里，但几个月过去，却从来也不见蒲慕明使用。王燕着急了故意拿话激他：“蒲先生，您怎么就这么懒啊？跑步机都买了有这么一些日子，我们怎么也没见到您运动一下啊！”蒲慕明的回答是：“楼下就是电生理实验室，他们需要安静。”

后来，蒲慕明希望把跑步机送给学生会。但他的一位学生却对王燕说：“蒲先生的跑步机不能动，等我们的新大楼落成之后，一定要给他找个地方，专门放这台跑步机。”

神经研究所的很多业余活动，蒲慕明慷慨地掏自己腰包，而不用研究所的钱开销。仅以2009年神经所组织，包括上海生命科学院其他研究所学生参加的科学夏令营为例，组织了十几位学生去四川，蒲慕明用自己在美国领取的工资，支付了其中3万元学生的机票钱，王燕则是负担了学生们的生活开销。迄今为止的10年里，尽管蒲慕明一身同时跨两边工作，领取的却只有美国加州大学伯克利分校的工资，而在神经研究所的工作，他只是领取旅差费和生活补贴。

神经研究所的许多学生说，虽然我们都很崇拜蒲先生，但我们却不会过像蒲先生那样的生活——在学生和大多数人看来，那的确是苦行僧一般的生活。

蒲慕明这样一位科学大家，每天的饮食生活却简单到了极点。

只要是身在上海，几乎是每一天的早晨，蒲慕明都会从岳阳路的一个小超市里出现，很快就买回两三个菜包子。

午饭要么是食堂里的盒饭，要么依旧是菜包子。在蒲慕明办公室的冰箱里，总是会冷藏好几个菜包子，饿了他就用微波炉热一热再吃。

蒲慕明的晚饭，一般是从6点半开始，最常见的“食谱”，是神经研究所附近快餐馆里的一碗面条。一个小时后，他准时回来继续上班。而如果他的太太刚好也在上海——这是一位在美国当生物学教授，但却同样在为神经研究所“做义工”的华裔——则会与蒲慕明相伴，出双入对地吃这一顿“正餐”。

“他们夫妻俩堪称是一对绝配，不仅对工作是一样的认真和投入，甚至他们俩的性格也十分相似。”有一位充满钦佩之情的知情者，这样描述、评价蒲慕明和他的太太。

“也许今后我会全时回来工作，但我认为，即便我‘全时’回国了，和现在的工作基本上也不会有太大差别。”蒲慕明对本报记者坦陈，“我还有许多国际科学界的事情要做。”

蒲慕明兼任很多国际科研单位的学术顾问，同时担任着许多学术刊物编委的职务，“现在我为国际科学界的服务工作，要远大于我自己实验室的科研。”的确，对蒲慕明而言，自己的科研工作已经不是重心，虽然他的实验室仍不断有论文发表。他到国内工作的时间越来越多。他最近每次回国的时间已达十余天，日程表里总都是排得满满当当。

3年前，蒲慕明在美国的学生（包括博士后）有20多人，现在只剩下5个人，“今年起我在美国已再没有研究生了。在美国这是很小的一个组”。

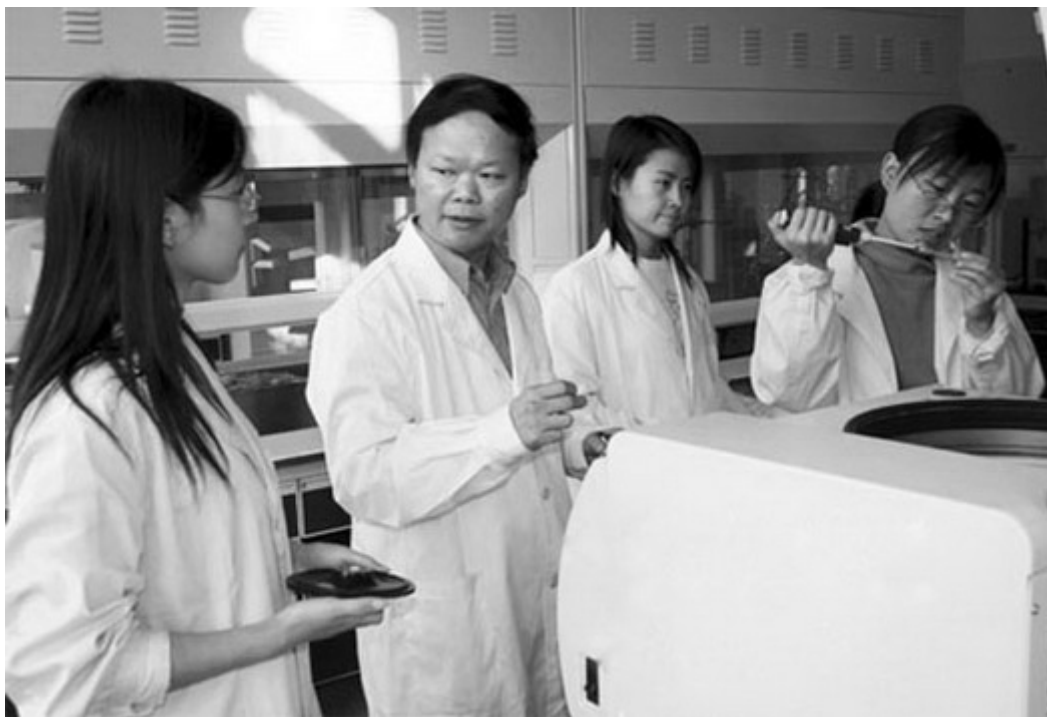
“我现在所做的工作就是服务。当然，这样的服务对我个人而言，不可能带来别的什么‘好处’，即便我做再多这样的服务，也不可能帮助我自己获得更大科学成果。”蒲慕明笑着说，“我只是希望真的能在中国创造一个环境，使许多中国神经科学的学者能在此做出世界一流的工作。”

2009年11月27日，神经科学研究所迎来了10岁的生日，但并没有举行任何庆祝仪式。在神经科学研究所的网站上，出现了不足300字的一段简洁文字：我们的宗旨，是建立一个现代化研究所的机制，提供一个有助于严谨科研工作，高效科研产出，良性科研合作的环境，实现以业绩为准的激励和资助评估系统，以及为研究生和博士后提供高质量的专业训练。

这段简洁的文字，显然是出自蒲慕明的手笔。就像是他在为神经科学研究所、也为本人作的一幅素描自画像。

（吴锤结 供稿）

访麦康森院士：卓然于世 平凡于心



麦康森院士在指导学生做实验

[科学时报 廖洋 郑玉冰 安杰 路越报道] 他，曾在短短几年间，运用“第一生产力”从鱼塘中“捞”出几百亿元的经济效益；他，曾毅然作出“辞大学校长、做‘长江学者’”的重要抉择；他，曾在2007年中国水产学会学术年会上准确预言三聚氰胺添加剂问题……他就是刚刚当选中国工程院院士的中国海洋大学教授麦康森。

麦康森是国家杰出青年科学基金获得者、教育部“长江学者奖励计划”特聘教授和教育部“长江学者奖励计划”创新团队带头人，曾任中国海洋大学副校长。现任中国海洋大学水产学院院长，兼任“十五”国家“863”计划专家、国家自然科学基金评审专家和中国水产动物营养研究会主任委员、中国水产学会常务理事、国际鲍鱼学会常务理事、中国水产动物营养与饲料专业委员会主任委员、全国水产标准化技术委员会委员等职。近日，麦康森接受了本报记者的专访，道出了自己求学、执教、科研经历以及获选院士的感受。

求学——

“读万卷书，行万里路”

出生在广东省化州市一个农民家庭的麦康森，在言语中仍透露着家乡的气息。30年前，麦康森千里迢迢来到了青岛求学，选择了看似又脏又累的“摸鱼抓虾”的专业。

选择青岛，就等于选择了远方。母亲并不知道青岛离家有多远，只一句“毕业以后再回来”将儿子送上了北上的列车。大学四年麦康森只回过一次家。图书馆的浩瀚书海淹没了思乡的惆怅，实验室的鱼、虾带来了最初的研究乐趣。在海洋大学攻下学士和硕士学位后，麦康森谢绝了恩师的挽留，兑现了对母亲的允诺，毕业后回到家乡任教。

然而，前进的步伐并未就此停留。1990年，麦康森所在的湛江水产学院获得了一个国家公派出国进修的名额，一直忙于教学的麦康森凭借出色的英语能力获得了远赴爱尔兰攻读博士学位的机会。谈及出国经历，麦康森以他的儿子为例这样说道：“当我儿子报考大学时，我有三个原则：不报海大，不留山东，不去广东。并不是说这些地方不好，而是作为中国人，我们要用行动验证中国的一句古话：读万卷书，行万里路。当你走出国门，睁开眼睛看看这个世界的时候，你看问题的视野和角度才会不一样。这些比书本知识来得更直接。”

在麦康森看来，科学没有贵贱之分。麦康森说：“科学都是探索未知，探索科学的规律。研究高能物理是科学，研究水产养殖技术也是科学。如今，载人飞船都上天了，而鳗鲡人工繁殖的难题经全世界科学家数十年的努力至今未解。当你真正认识、喜欢你所研究的，你会以一种很平和的心态面对它。”的确，在很多人看来很苦很累的水产养殖专业，在麦康森看来却是一种乐趣。从对虾到鲍鱼，凭借自己的专业知识，麦康森从小小的鱼塘里“捞”出了数百亿元的经济效益。

科研——

“我喜欢挑战”

有人说，科学研究是没有止境的。在这条没有尽头的道路上，麦康森走得那么坦然和踏实。研究鱼虾蟹贝的营养，是为了给全人类提供更丰富的营养。当问及为什么选择当时无人问津的以鲍鱼为主题的贝类营养研究时，麦康森坦言，这都是根据实际情况决定的。“我在国内作的是对虾的营养研究，出国后对虾很少，而当时爱尔兰的鲍鱼又都是从法国、日本引进的，实验室里也有养殖。种种机缘巧合，促使我抓住这个机遇，弥补比较动物营养学中的薄弱环节。”麦康森说。

虽是冷门，但也是机遇。然而，这样的机遇也伴随着无法预料的挑战。面对科学研究中的

种种困难，麦康森从未惧怕过。“科学研究的乐趣就在挑战困难，解决困难。不少学生为了荣誉和学位找容易的课题做，而真正对科学感兴趣的人就是研究难题的。”说到这里，麦康森露出了灿烂的笑容，“我是个喜欢挑战的人，有比赛的运动我才喜欢。”

这不仅是一位喜欢挑战的科学家，更是一位充满良知的科学家。

2007年11月，在中国水产学会学术年会上，麦康森曾预言：“国内的水产饲料和其他动物饲料都可能存在添加三聚氰胺的问题，包括奶粉。”2008年9月，问题奶粉事件震惊全国。问及这件事时，麦康森很淡定：“其实那不算什么预言，只是逻辑的推测。科学精神和科学良知促使我陈述事实。当危害老百姓安全的时候不站出来发言，那何时站出来呢？”

这不仅是一位喜欢挑战的科学家，更是一位脚踏实地的科学家。

对于如今大学生考研热，麦康森有他的观点：“并不是所有人都适合作科学研究。每个人的情况都不一样，选择要切合实际，权衡自身条件再作出决定。海洋大学不仅要培养科学家，也要成就优秀的政治家和企业家人。成功的路径很多，适合自己的就是最好的。”

教学——

“创新需要多样性”

回想起当初研究生面试的情景，麦康森的学生刘康感慨道：“麦老师总能以一种意想不到的方式对你进行考核。他曾出过这样一道题，‘请想出一道只有你自己知道答案的题目’。他不仅仅注重你的实验技能，更注重你的思维能力，他会出一些智力开发的问题进行提问。”

关于教学，麦康森有他独特的理念：扎实但更注重创新，严谨而不失灵活。说起创新，麦康森侃侃而谈：“我们是个聪明的民族，但环顾四周，有多少东西是中国人发明的？太少了。我们日常使用的电视、电话、电脑、空调、自行车、打火机，甚至小图钉都不是我们中国人发明的。是什么阻碍着我们？文化氛围。‘枪打出头鸟’文化、‘官本位’文化、榜样文化——这就是中国千人一面的教育模式。我们从不为自己与众不同的思想感到快乐。有的学生得出实验结果后总急着去对比文献，企图得到相关印证，却害怕得到的是一个与众不同的新结果。这种思维太可怕了！另外，创新是创业的重要因素，企业的运营不可能再去模仿别人。”创新，一个全民倡导的话题，在麦康森眼中被赋予了更高的标准。科研前进的步伐需要创新。

麦康森还创办了“海之缘”俱乐部。这是一个交流的平台，每两年举办一次的交流会好比一个家庭聚会，那些麦康森门下已经毕业的学生回到母校，向师弟师妹们传授成功经验，交流失败的教训，可以帮助师弟师妹更好地共享信息、规划人生。

麦康森告诉记者：“今年，我访问过美国密歇根大学，看到他们的走廊内展示着一张张毕业生的集体照片，最久远的一张可追溯到19世纪70年代。在欧洲，各高校也很注重此方面工作。通常，很多毕业生离校久了对学校的感情就淡了，校友间的交流也愈加减少。实际上，学校培育了他们，他们就与母校结下永久的情愫。将自己的社会心得与师弟师妹们分享，这是一种资源共享，会帮助后生少走弯路。另外，我们可以了解到他们目前的发展，他们的成功与否也是对我们研究生培养的一种有效评估，有利于改进我们的培养方法。”

由缘相聚，共叙此情。“海之缘”俱乐部的创立让各届学子大为受益。麦康森的学生谢奉军说：“我们都是同门师兄弟，踏入社会的师兄师姐会将他们的心得体会毫无保留地讲给我们听。”

近年来，麦康森的职务越来越多，责任也越来越大。水产界学术性会议、各种政府会议以及学术期刊审稿等事务令他忙得不可开交，课题与学生也逐渐增多。谢奉军说：“初进麦老师实验室时，我就住在里面。有时晚上会看文献到凌晨两三点，每次离开时都会看到麦老师办公室的灯还亮着。但第二天早上，家离实验室十多公里的他会很早就赶回到实验室。有次麦老师带我们去杭州开会，会议结束后他毅然放弃游山玩水的机会，马上返回实验室。”

麦康森做事低调，为人随和，对待学生像对待自己的孩子。刘康告诉记者：“他会将有教育意义的东西拿给我们看，甚至是他与儿子交流的内容。”

这个冬天甲流盛行，麦康森为大家准备了预防药品。出国返校后的他会自我隔离，拒绝与人近距离交流。他带的学生每年都会外出做实验，其间，倘若麦康森会去当地出差，时间允许的话，他必会看望他们，了解他们的项目与生活状况，有时还会下厨为同学们做饭。

生活——

“其实我很平凡”

办公室内，几株盆栽翠绿娇嫩；桌上，几支鲜艳的康乃馨让空气中盈满淡淡馨香。谈及室内摆设时，麦康森面带微笑：“这都是学生布置的，他们总会变着花样将走廊内的花摆进

来。”闲暇之余，散步、游泳、打球是他喜欢的健身运动。麦康森的学生周慧慧笑着告诉记者：“麦老师偶尔也会被学生拽去K歌、打球，他粤语歌唱得很好。”

千年文化、碧海蓝天、宜人气候，这座魅力城市的地理人文条件也是他选择重返青岛的因素。

乡土情结，是魂牵梦绕的思恋。展翅高飞的背后，是慈母含辛茹苦的养育。对于母亲，麦康森说：“常回去看她，让她更开心一点。我每年都会回家过年。”定居青岛的麦康森每年要回老家三四次，探望远在广东的母亲。千里之外，辽阔的空间只会让亲情更加真切。工作再繁重，麦康森对家的重视一丝未减，每天都会陪家人吃晚饭，之后再赶回实验室继续工作。

身份一一

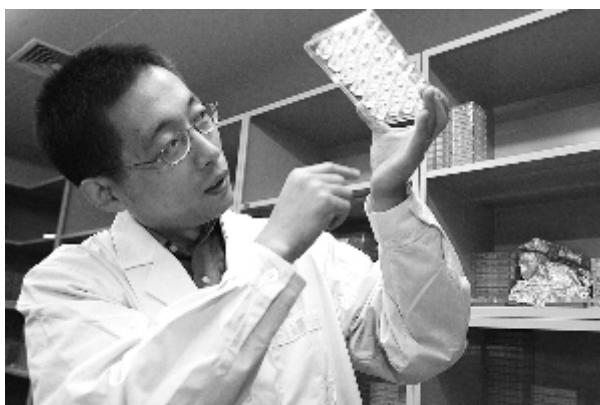
“当院士不是终点”

就像很多平凡人一样，麦康森也有自己的家庭和生活。然而，麦康森的身份不仅仅只是儿子和父亲那样简单。院长、导师、科学家、全国人大代表……就在不久以前，麦康森还当选中国工程院院士。

谈及当选院士的感受时，麦康森幽默地说：“院士是个崇高的荣誉，但只是个荣誉而已，是对我过去工作的肯定。院士不是终点。我一直在一步一个脚印地努力工作，我的工作不是目标，而是兴趣。”对于当选院士后是否会“歇歇”的问题，麦康森笑着说：“我不是圣人，说实在的，这个问题我也想过，但为了自己的兴趣，我不会停下来，在简单休息一下后，我会重新上路。因为我的一个老师曾提醒过我，前面的路还很长，要站直了，别晃悠，所以我会继续努力下去。”

（吴锤结 供稿）

施一公：“大牛”科学家的舍与得



施一公在清华大学生命科学学院的实验室里



二〇〇二年，酷爱体育运动的施一公在普林斯顿执教时，与妻子在费蒙特滑雪。

“温总理，您在多个场合表达了对中国大师级人才求贤若渴的心情。但是没有世界一流的大学，就不可能培养世界一流的人才，加快世界一流大学建设，应该写进《政府工作报告》中。”1月26日，温家宝总理在国务院第一会议室听取科教文卫体界代表对《政府工作报告》的意见，教育界代表施一公开门见山。

施一公，这位世界顶尖结构生物学家，有着这样的“传奇”履历：1998年任教于美国普林斯顿大学，2003年成为该校分子生物学系史上最年轻的正教授，2007年被授予普林斯顿大学终身讲席教授。2008年2月，他放弃了在普林斯顿的高薪与荣誉，全职回归母校清华，出任生命科学学院院长，被众多媒体誉为华人归国科学家的旗帜性人物，由此引发的“施一公效应”，吸引了更多海外科学家回国效力。

今年2月，这位被形容为史上放弃国外待遇最多的科学家正式归国两年。对他来说，这两年很漫长，因为无论是高端的学术地位、坚毅的归国举动为他赢得赞誉不断，还是被高度关注与大胆言论为他招致质疑与批评，他都始料未及。但是，似乎一切都不能阻挡这位脾气倔强的年轻科学家。两年，变化的是清华大学生命科学学院的学术地位和国际影响，不变的是他昂扬的激情和清华BBS上学生对他的“大牛”称号。

施一公：“大牛”科学家的舍与得

“恨不得把时间掰开来用。”坐在正对实验室的办公室里，着浅色衬衫、黑色马甲、白色长裤，一身典型学者打扮的施一公，没等讲完手机，又不得不拿起办公桌上铃铃作响的座机电话。

办公室不大。桌上堆着专业书籍、成摞的科研论文，还有一把剃须刀。墙壁白板上画着的分子结构图旁，龙凤胎儿女的照片和两个孩子画的油彩画格外显眼。

谈起正在为《科学》杂志撰写的年度总结文章及实验室取得的最新研究进展，施一公挺直腰板，身体略微前倾，语速飞快，时而打个手势。谈起放弃美国高薪工作跟随她回国的妻子与一双儿女，他则神情温和，语调平缓，身体不自觉地靠向椅背。

“科学家也是人，有七情六欲，有缺点，有毛病。我不想被媒体标榜得太高。”施一公说。

然而，无论这位年轻科学家怎样强调不希望别人把他放上“神坛”，不希望被过多关注，美国《纽约时报》还是于今年1月6日以《对抗趋势：中国吸引海外科学家归国》为题又一次报道了他：“施一公和其他顶尖科学家的回归是一种信号，中国在拉近和发达国家科技鸿沟的时间上，比许多专家预期得要快。”

显然，这位被赋予了“代表”、“信号”、“变革”等意义的年轻科学家，其成果与言论已经无法完全代表其个人。

“人活一口气”成就学术牛人

“三个在膜蛋白方面的研究成果，在膜转运蛋白和离子通道方面引起国际关注，其中两篇论文发表在《自然》上，一篇论文发表在《科学》上。”说起团队去年取得的科研成果，施一公毫不掩饰自己的骄傲与自豪。回国两年即取得了“超过在普林斯顿鼎盛时期”的成果，施一公此前绝没有想到。

“也许，我们这个团队所作的研究，现在在老百姓看来意义并不很大，但是10年后、20年后，很有可能会影响人们的生活。”施一公强调，“很多尖端药物的研发都依靠我们这样的基础科研，但基础科研的转化需要时间，绝不能急躁。”

说到这，施一公忽然想起他忘了吃每日必服的高血压药。“在美国读博打工时累出了高血压。”他从包里拿出一个药盒说，“这个药就是以结构生物学的研究为基础研发出来的。”

施一公提到的“结构生物学”，是他成为国际知名科学家的学术阵地。

“简单地说，结构生物学就是通过分子结构的测定理解基本生命现象，了解基本生命结构，从而改善人们的生活。”施一公说，“它是现代生命科学的奠基学科之一。”

其实，对于生命科学的热爱，施一公很慢热。因此，能在这一科学领域驰骋纵横，学生时

代的他没有想到过。

1967年，施一公出生在一个知识分子家庭，从小聪颖过人，在父亲的影响下，对数学和物理产生了浓厚兴趣。“恢复高考那一年，父亲在地上画XYZ，给哥哥姐姐讲解方程式”的情景，施一公至今难忘。1985年，在河南省实验中学高中毕业时，因在全国高中数学和物理竞赛中分别获一、二等奖，他获得了保送资格。

施一公最初想读北大物理系，他认为“那是最聪明的人的选择”。然而，当清华大学的招生老师向他形容“21世纪是生物科学的世纪”时，他觉得这个学科“听起来很牛”，加之他一向敬仰的父亲机械专业出身，对清华有感情。施一公最终选择了清华，成为清华大学生物系复系后的首届本科生。

虽然对生命科学并不了解，但从小就是尖子生的施一公还是自信满满。“没想到，刚一入校就感觉很崩溃。”他发觉“身边优秀的人太多了”。“他们说起术语一套一套的，我还没听懂老师讲什么时，就有同学问下一个环节的知识点了。我觉得自己没有前途，会一事无成。”施一公至今难忘当年的沮丧。

然而，“人活一口气”。在家庭的影响下，从小就想当工程师或科学家的施一公，在学习上十分好强。“我是从河南驻马店走出来的，一直无法忘记小学老师对我说，要给驻马店人争光。儿时好友曾经送给我一句话——‘希望你能成为诺贝尔奖获得者少年时代的同窗’，我现在想起来还很激动。”正因为这样，施一公告诉自己一定要争气。虽然，他大学期间并不确信自己今后会从事生命科学研究，他仍然在1989年以生物系年级第一名的成绩提前一年毕业，还以优异成绩修完了数学系双学士学位的所有课程。在清华期间，喜爱体育锻炼的他，是清华大学田径队的主力队员，曾经创造了学校的万米竞走纪录。

1990年初，施一公获全额奖学金，赴美国一流的研究型大学——约翰·霍普金斯大学攻读生物物理学博士学位。

刚到美国的施一公又受挫了，兴趣不定影响了他的科研，读博的前两年，他总是想转到计算机系，学校甚至一度想停止为他提供奖学金。不服输的施一公憋着一口气，努力背单词、做实验，甚至在日记里写道：“有什么了不起，老子是清华的！”终于，他慢慢进入了状态。一次，系主任兼实验室导师自认发现了一个生物物理学中的重大理论突破，激动地向学生们演示，施一公当场指出导师在某个演算环节中的漏误。从此，导师对他刮目相看。1995年，施一公获博士学位，导师破例公开宣布“施一公是我最出色的学生”。

次年，施一公到纽约史隆—凯特林癌症研究中心结构生物学实验室从事博士后研究。此间，

他终于认定“细胞凋亡”才是自己喜欢的研究方向，虽然这一方向与他博士后实验室的研究方向不同。1997年4月，还未完成博士后研究课题，他就被普林斯顿大学分子生物学系聘为助理教授。1998年初，他在普林斯顿大学创建了自己独立的实验室，开始了对细胞凋亡机理的研究。

2003年，由于探究神秘的抑制“细胞凋亡抑制因子”的蛋白 SMAC，对破解致癌原因这一生命科学之谜作出了突出贡献，施一公被国际蛋白质学会授予鄂文西格青年科学家奖，成为获得该奖项的第一位华裔学者。当年，施一公 36 岁。2005 年，他当选为华人生物学家协会主席。

施一公在普林斯顿的执教前景也一片光明——2001 年，获普林斯顿大学终身教职；2003 年，成为普林斯顿大学分子生物学系史上最年轻的正教授；4 年后，被授予普林斯顿大学最高级别的教授职位——终身讲席教授。

这位势头猛劲的年轻科学家，不仅在普林斯顿大学春风得意，还从 2000 年起，成为哈佛、麻省理工学院、杜克、密歇根等 10 多所美国顶尖大学争抢的对象。

为了留住施一公，普林斯顿给他提供了优厚的条件：实验室面积是普林斯顿大学分子生物学系 40 多位正教授中最大的，科研基金是系里最高的。

在比美国历史还要悠久的学术殿堂普林斯顿，施一公登上了巅峰。

“大牛”归来不是一个传说

“施一公要回来啦！”从 2006 年起，清华大学就流传着这样的“爆炸性消息”。

“就科研环境来讲，国内大学无法与普林斯顿比肩。国内学术圈的规则，也往往让海外学者无法再适应。”这是很多海外学者的共识。

何况，那时的施一公在普林斯顿如日中天：除学校给予他稳定的资金支持外，他申请了 11 次美国国家基金，10 次中标。一个基金会也在资助他的科研，一些美国的大公司还与他合作支持他的科研。仅凭在美国国立卫生研究院（NIH）的 5 个独立科研基金就可以一直支持实验室到 2012 年……他在美国的生活也很优越：学校资助他购买了独栋花园别墅，同是清华毕业的妻子在国际制药大公司工作，一对龙凤胎儿女享受着快乐的美式幼儿园教育……

会不会只是个传说？很多人不敢相信。

2007年4月，施一公在清华大学的实验室正式开张，施一公归来终于“板上钉钉”。

“作出回国的决定，只用了一个晚上。”他说。

2006年5月，施一公回国参加4年一次的中国生物物理学年会。其间，时任清华大学党委书记陈希找到他说：“清华急需人才，希望一公回国。”当晚，施一公就在电话里得到了远隔重洋的妻子的支持。第二天，他告诉陈希：“我愿意全职回清华工作，但我在普林斯顿尚有20名科研人员的实验室，需要一个过渡期。”就这样，施一公作出了轰动国际生命科学界的决定。

2006年6月，施一公迅速进入了过渡期，向普林斯顿校长提出回国。校长劝施一公不必全职回国：“暑假有3个月，平时你还可以回国两个月，什么事情5个月还做不完？”“我认为，全职回国对普林斯顿和清华的贡献比我全职在普林斯顿更大。”施一公委婉拒绝。

2008年底，施一公再次走进了曾让他事业起飞的普林斯顿，这一次，他是来告别的——正式辞掉了普林斯顿终身讲席教授一职。

“很多人认为我错了，认为我疯了。连我在美国的亲戚们都觉得我脑筋有问题。”施一公笑说。

普林斯顿物理系的一位教授，在香港意外邂逅施一公时，用了两个小时，滔滔不绝地向他阐释“你作了一个错误的决定”。施一公一位很要好的学术界朋友在一次聚会中对他说道：“一公，你现在豪情万丈，肯定用不了两年，就会被国内的大染缸染得看不出颜色。”

“我的意志很坚定，国内学术界的潜规则改变不了我几十年形成的人格和做事方式，两年后不会改，20年后也不会改。如果改了，我会觉得很悲哀！我会问自己：回来干什么？！”施一公回应。

施一公的坚决反响巨大，国内主流媒体纷纷大力报道，一些媒体称他归国的意义不亚于当年钱学森、郭永怀的回归。与此同时，正值西方国家开始关注中国每年飞涨的科研经费与中国对海外高层人才的招揽趋势，施一公引起了众多国外媒体的关注。《纽约时报》用“震惊”一词形容施一公回国。

在海外的华人科学家中，施一公的归国举动也迅速引起轰动。

“施一公这种大师级的人物能够放弃美国优厚的科研环境，回国创业，可谓海外华人的典范。”国际知名神经科学家鲁白这样评价。

“在美国的华人科学界，通常存在这样一个疑问，像施一公这种级别的人回国，能否适应中国的人文环境与科研制度。因为中美在科研体制方面，比如基金的评审和申请等方面都存在相当的不同。施一公为我们树立了榜样。”美国杜克大学药理系教授王小凡说。

清华大学常务副校长陈吉宁如此评价施一公的归国举动：“会带动大批一流的海外华人科学家回国工作。中国大学的教授队伍建设和学科建设，已经开始需要一大批国际性的大师级人物来领衔。”

这种现象，被媒体称为“施一公效应”。

困难与挫折无法浇熄满腔热忱

回国之后的施一公，想大干一场。

“比我在普林斯顿时玩命多了。”施一公说。刚回国时，他办公室的灯光常常会亮到夜里两三点，大年初一都会出现在办公室。他将自己的睡眠时间缩短到平均每天不到6小时。虽然清华附近有很多他喜欢的餐厅，让他胃口极好，睡眠的减少还是使他看上去很瘦。

体力上的辛苦并不影响施一公在精神上生龙活虎，在清华的每一天他都很激动。然而，网上出现了一些批评他的声音，让他一度有些烦恼。

“他是回来捞钱的。”“他有着不可告人的个人目的。”“他想带回自己的学术亲信。”

对于这些批评，施一公曾感到伤心且难以理解。“回国就是出于一种特别朴素的感情，有什么好奇怪的呢？”

施一公坦言，刚到美国时，他没有想过一定要回国。1987年，令他深深敬仰的父亲遭遇车祸，因为没有得到及时救治而去世，因此怀有不满情绪的他当时对祖国没有什么留恋。然而，到美国后，他遭受了一系列更大的刺激：参加聚会时，有些中国人支支吾吾不愿说自己是中国人；办签证时，中国人不仅签证费高，还总被查户口似地盘问；过境时，外国人把护照晃一下就可以了，而拿中国护照的人，常常被移民官严格地翻包。更为过分的是，美国主流媒体经常出现妖魔化中国的报道，这让他感到“很憋屈、很气愤”。

“那时我就想，有一天，我一定会回国！”施一公说，“况且，中国还有很多东西亟待改进，从科技体制和基金评审到大学教学和科研水平，相对于美国一流大学还有相当差距，比较起在美国，我觉得我回来以后可以有更大的作为，这种成就感对我来说很重要。”

2008年8月，网上又有人质疑施一公申请国家杰出青年科学基金（外籍）不符合程序规定，质疑他的全职身份。施一公又一次成为舆论焦点。

“在普林斯顿，上至校长，下至系主任，从我实验室的博士生到博士后，都知道我即将辞职，实验室会逐渐关掉。事实上，我在普林斯顿大学早已进入离职的过渡期，只有清华大学一个固定职位。”提及此事，施一公仍感不平，“我夫人当时还在美国，她从美国同事那里听说我在网上遭到攻击，不愿意回国了，我又劝了大半年，她才同意回来。如果说我有什么感到愧疚的，只觉得对不起放弃工作的妻子和我在普林斯顿的学生。”

“我有话憋不住，国内很多现象都很邪乎。”即使遭遇攻击，施一公也经常面对媒体表达自己对国内学术状况的不满：“一些学者利用自己的名望，在与自己无关的科研成果中挂名。不诚实比巨大的科学错误更可耻。”“有的教授带了很多研究生，但忙于各种非学术类事务，根本没时间指导学生。”“国内大学和国外大学有一个比较大的差别：国外的行政是服务学术的，教授发言权很大；但在国内，行政对学术的控制太多。”尖锐的言论又给他带来过一些麻烦。

如今，对于遭遇的一些质疑，施一公已经能够理性理解：“或许是被关注得太多了，或许是倡导改革动了一些人的奶酪。确实也有一些海归学者没有坚持自己在美国的学术操守。”但是，从感性出发，他仍感不平的是：“想干一些实事，怀着满腔热忱，为什么会招来这些不明不白的非议？”

施一公想，那就用事实来证明。

“施一公效应” 助建科研“理想国”

“传说，那些获得诺贝尔奖的科学家，听说得奖时很惊讶。在我看来，那只是传说，很多科学家都是冲着这个奖项去的。这没什么不好，人就是要有志向、有理想。”施一公说。

施一公的归国理想是：第一，从事教育，影响一批年轻人；第二，在清华建立一个世界一流的结构生物学中心、一个世界一流的高级人才培养和尖端生命科学研究基地，与大家一起努力发展中国的生命科学和基础医学研究；第三，与一批志同道合的朋友一起推动我国

科教体制的改善。

在他看来，对人的培养是“第一要务”。

“普林斯顿是美国最适合作研究的地方，如果只从科研角度出发，我没有必要回清华，我回来的根本目的是为了育人，育人在育心。”施一公说，“现在的大学生缺乏理想，缺乏一种任何情况都不会放弃的东西，这让我很担忧。”

于是，除了亲自对实验室里的每位研究生作系统指导，把实验室里的十数名学生培养成成熟、练达的科研人员，这位尽量找各种理由推掉很多行政会议、项目评审和公众活动的科学家，出现在了一些面向大学生的讲座中。

“在生活中可以知足常乐，在科研和事业上永远不可以。”“不要磨光了自己的棱角，我不相信没有棱角的人会作出好的科研。”“作科研一定要敢于批判，我的观点都是主观的，供你们批判。”这样的话语，经常会伴随他讲述的人生经历跳出来，引来学生阵阵掌声。“我还想给清华的本科生开思想政治课。”施一公说。

除了把时间花在他最钟情的科研上，其他时间施一公大多忙于“招兵买马”。2008年至2009年间，在面试了60多位教授、副教授候选人后，22位充满活力并极具学术能力的科研者加入了清华团队，已经15人有了自己的实验室。在未来5至10年中，清华计划在生物医学科学领域聘请110至130位独立的实验室负责人。谈及此，施一公豪情万丈。

“有了好的人才，一定要为人才建设好的学术环境，以教学和科研为主。”施一公说。为此，从2007年起，施一公便开始筹划生命科学学院的人事制度改革：一边理顺与明确院系行政领导的权责，减少学院领导在行政事务上的重复劳作，一边计划建立与国际接轨的教授终身制评价体系，采用终身教职系列、实验教学系列、科研系列、教育职员系列，不受其他制度制约。“改革方案已提交学校领导，过了这个坎儿，学院的科研建设就会像多米诺骨牌一样，产生连锁反应。”施一公说。

与此同时，施一公与他的团队开始进行教学改革。除了为本科生减免学分，加强学生自主性，还在教育部的支持下，与北大和北京生命科学研究所整合资源，创建了一个联合的研究生项目。近百位参与该项目的教授，将选择自己擅长的研究领域进行模块教学。

对于更加长远的目标，施一公毫不讳言：“今后10年内，每年都会有一些有重大国际影响的成就，每两三年可以有在科学史上具有一定地位的成就出现在清华。在清华生命科学学院，创制一个适合人才发展的管理模式，而在这里尝试的软机制，也可以在中国其他地方

被复制。”

除了创建他和团队成员心中的科研“理想国”，有一件事情施一公绝不会限制自己的时间——“与信任的同事共同为政府部门提供实质性的政策建议”。2008年5月，施一公被邀请到中南海向国家副主席习近平和其他高层官员讨论中国科技的未来。教育部曾多次就相关事件征求他的意见，统战部将他与北京大学生命科学学院的海归院长饶毅的报告传达到高层中央领导，中组部在引进海外科学家方面倾听了他们的建议。

另一项让他不遗余力的工作，就是最大化“施一公效应”。2009年岁末，拟作为特邀报告人赴美国圣地亚哥出席华人生物学家大会的施一公，因故无法出席。他将一封“致华人生物学家协会”的长信发给了协会成员王小凡和利民，信末写道：“最好的支持是以你们在美国坚守的职业道德标准为中国服务。”

如今，虽然每天还是十分忙碌，但施一公对国内的生活已经很适应。最让他欣喜的是，去年6月，他迎来了归国的妻子与一双儿女，科研也走入正轨。

偶尔，他会想起这样一个场景：2009年10月5日，他在国庆观礼后飞至位于美国纽约长岛的冷泉港开会，会前顺访普林斯顿，住进小镇的一家旅馆里。“343”，他惊诧地看着这个房间号，历史竟如此巧合。12年前，摩拳擦掌地准备到普林斯顿面试的他，就是住在这个旅馆的“343”房间。12年后，他已卖掉了在普林斯顿的房子，回到祖国实现理想。

每当想起这个情景，施一公就会更加清醒：“美国梦”已经成为过去，“中国梦”是他的未来。

【对话】

做正直的人 做诚实的学问

记者：在很多人眼中，你是海归科学家的典范。

施一公：每个科学家回国服务都有自己的理由，不能说谁是典范。我反复强调，我在努力工作、尽职尽责，但我只是一个普普通通的人，不是一心只为公，也不是大公无私。不要把所有的科学家都想象得十全十美，这样会让一些年轻人觉得科学家高不可攀，进而失去对科学的兴趣。科学是高尚的，科学家并不一定都是高尚的。

记者：也有一些人批评你回国的动机不纯。

施一公：无论别人怎么说，都不会改变我回国的目标：培养一批有大志、敢担当的年轻人，改进、改善我们的教育科研环境。我可以豪不谦虚地说，在物质条件方面，我放弃了很多。只是，在美国我能想象到20年后的生活，也许还在做科研，也许已经在某大学担当重任，但这些离我的目标太远，不能成为我全部的追求。回国有强烈的归属感，我觉得回国能做得更有价值。如果这样就被称为回国动机不纯，我无话可说。

记者：怎样看待学生称呼你“大牛”？

施一公：我希望多接触学生，希望学生了解真实的我，学生可以批判我，我的缺点毛病很多，爱发脾气，好顶撞，有过做错的地方。

记者：怎样理解“施一公效应”？

施一公：这是对我的鼓励，我当然希望影响更多人，尤其是年轻人，客观上我也带动了一些人回国。改善国内科研环境的事情我从回国第一天就在努力做了。但是，我觉得效果还不够明显。

记者：如果给学生上思政课，想讲什么？

施一公：一半个人经历，一半国际形势，足矣。不讲理论！

记者：有人说，你是美国国籍，凭什么给学生讲思政课、讲爱国主义。

施一公：是爱国主义，又不是爱国籍主义。如果非要凭国籍，那杨振宁和李政道也不能讲了。我在博客上写了一篇文章叫《我是河南人》，有人说，你是美国人，不是河南人。乡情怎么能因为国籍而改变呢？！

记者：似乎你的一举一动都很受关注，有人说，施一公回来变了，会敬酒了。你觉得这两年自己变了吗？

施一公：脾气比过去好点了，有时候知道压一压火。但是，我还是比较容易冲动。对于来自同事朋友和外界的善意批评，我会很在意；但是对于一些无理指责甚至人身攻击，我已经学会了置之不理。我觉得我是个简单而正直的人，我会去适当地适应这个社会，但是我不失去自我，更不会失去我信奉的价值。我还是喜欢抱怨一些事情，并提出解决问题的办法。不抱怨就坏了，我觉得敢说本身就是在做有意义的事，能说到症结之处，无论是可

以启蒙大众也好，还是推动体制改善也好，都有积极作用。

记者：你说不想被行政事务捆住手脚，为什么还要做学院领导？

施一公：不做院长的话，很多事情就不能做了，比如人事改革、教学改革等，无法实现我最初的想法。

记者：现在还有人攻击你吗？

施一公：比以前少多了。但总有个别人，无论我干什么，都会恶意地揣度我。有时我天真地想，如果这些人能形影不离地跟着我在清华干上几天，就不会骂我了。原因很简单，他们会受不了这么大强度的工作，也会了解我为什么没有时间理睬他们的无聊。也有人因为我推行改革而批评我，我的朋友善意地劝我说，一公，不要干得功过相抵了，那还不如不干。可是我认为，功过相抵没有什么不好，改革也许会做错，但是不改会更错，会失去历史赋予我们的时机。我不怕别人批评，甚至欢迎批评，因为这样可以让我把事情做得更稳妥一些。

记者：给回国后做事的效果打多少分，给自己的努力打多少分？

施一公：做事的效果打 80 分，真的得到了很多人的帮助和支持，差的 20 分还需要时间。自己的努力打分为优良，比 80 分高。很多事情明知道是对的，但是做不下去，因为现行的体制和机制与应该倡导的理念还有很大的距离。

记者：对自己和学生有何希望？

施一公：做正直的人，做诚实的学问。

(吴锤结 供稿)

我是河南人

施一公

我的家世比较复杂。在官方记录上，我的籍贯是云南大姚，其实那里是我爷爷的出生地，至今我也没去过一次。我父亲出生于浙江杭州，但生长于江苏、上海等地，后来在哈尔滨工业大学读书。我母亲来自江苏丹阳的吕城镇，高中毕业后考入北京矿业学院。父母大学毕业后选择到条件较为艰苦的河南工作。虽然我出生在河南、成长在河南，但我对自己是哪里人的问题一度迷惑，小时候的邻居和同学也总认为我们家是“南方人”。高中

毕业后，我离开河南，才逐渐意识到对生长了18年的故乡的眷恋和感情。今天，无论什么人问我，我总是会很自豪地说：我是河南人。是的，我是生于河南、长于河南、地地道道的河南人。

我出生在河南郑州，两岁半就随父母下放到河南省中南部的驻马店地区汝南县老君庙乡（当时称光明公社）闫寨大队小郭庄。今年五月与母亲一起看《高考1977》，之后老人家很有感触地回忆起当年下放的情景。1969年10月的一天上午，我们一家六口人乘坐解放牌大卡车，从郑州启程前往从未去过的驻马店。我年纪小，跟着母亲坐在驾驶室里，一路上又新鲜又兴奋，叽叽呱呱说个不停。哥哥姐姐则是和家具一起站在后面露天的车斗里。虽然只有两百公里的路程，卡车却颠簸了整整一天，好不容易在晚上十点钟才到达小郭庄。我们的新家是刚刚把牲口迁移出来的一个牛棚，地上的麦秸杆子还没有打扫干净。父母点上早已准备好的煤油灯，忙着卸家具，哥哥姐姐则帮着搬运一些较轻的物品。面对陌生的草房，闻着怪异的气味，我抱着母亲不肯松手，哭着闹着嚷嚷要回以前的家。懂事的大姐把我抱过去，告诉我这就是我们的新家……

没想到，这间牛棚伴随我度过了幼儿时期的三年。直到1972年离开小郭庄，我们全家一直住在这个村西头的牛棚里。能干的父亲弄来高粱杆、石灰、黄胶泥，把整个房子装修一新。那时，小郭庄还没有通电，电线杆也只架设到光明公社和闫寨的大队部，村民们也舍不得点蜡烛和煤油灯，一般天黑以后就上床睡觉了。晚上，整个村子漆黑一片，只有看家狗偶尔叫上两声。1969年底，在征得村干部同意后，我的父亲带着我大姐和几个乡亲，买来电线、瓷瓶，竖起一个个电线杆，把电从大队部一直引到小郭庄。小郭庄成为附近十来个村庄中第一个通电的，这在当时当地是个了不起的大事！

父亲对村里的贡献得到乡亲们的认可，大家有事情都来找他商量，也常常请他帮忙。尤其是逢年过节的时候，邻居从镇上的百货店里买来布料，然后请我父亲量体裁衣，我们家的上海牌缝纫机在这时候也就成了全村的宝贝，父亲、母亲、大姐会轮流使用，尽量帮帮邻居。父亲除了裁缝，还会木匠活、剃头剪发、等等，我们家的大部分家具都是父亲亲手打制的。后来父亲还在全公社唯一的高中讲授数学。

母亲所描述的当时的物质之简陋、生活之艰酸，我都基本没有印象。经过许多年的过滤记忆，童年剩下的只有无忧无虑的淘气，唯一不尽人意的记忆可能是食物的相对匮乏。由于家里孩子多，虽然父母都有收入、吃饱肚子没有问题，但至于吃什么就不得不量入为出了。如果一餐有肉，除大姐外的我们兄弟姐妹三人一定会掀起一场大战，很惭愧那时我们谁都没有孔融让梨的觉悟。我是最小的孩子，可也是嘴最馋的一个。不论母亲把好吃的藏到什么地方，我总是能凭着敏锐的嗅觉把它们找出来偷吃掉，尽管每一次都免不了挨一顿揍，依旧屡教不改。1971年的春节，我还不到四岁，父亲从镇上买来十多斤五花肉，

做成一大锅香喷喷的红烧肉，由我们几个孩子随便吃；一年多来第一次受到这样的款待，我们都不遗余力；尤其是我，专拣肥肉，吃了满满一大碗。吃完后身体很不舒服，难受了整整两天，什么都不想吃；这次吃肥肉吃伤了身体之后我有将近二十年对肥肉犯怵，稍吃一点就会反胃、呕吐。直至现在，即便再美味的肥肉，我都心存疑忌、很少品尝。

家里吃的东西有限，我们就到地里田间自己解决，童年里淘食的经历是记忆里最大的快乐之一。其中印象尤甚的是当地人俗称的豌豆角子。翠绿的豌豆角刚刚长大、但里面的豆子还是瘪瘪的时候，其美味真是胜过天下的任何水果！把豌豆角从中间一掰，但不完全掰断，顺势从连接面上撕掉一层透明的膜，如法炮制再把对面的膜撕掉，剩下的部分往嘴里一丢，其清脆香甜难以描述。我们几个小伙伴猫在田里放肆大嚼，有时，一不小心，一根竹竿就会狠狠地落在谁的脑袋上，看田的魏大爷恨透了我们这些防不胜防的小害虫、下手从不留情。但是魏大爷知道我们一家是从省城下放来的，对我们很照顾。他的扁担从来没有光顾过我的脑袋，甚至他还会偶尔在傍晚时用衣服兜一袋豌豆角送到我家。作为感激，我能干的父亲会帮他理发以及过年时裁制衣服。

村里的人对我们一家都很照顾，也从没听母亲说过有任何被排外的经历。因此，尽管在那个贫瘠的农村只是生活了不太记事的三年，可是每当说起来，总觉得那里才是自己的第一故乡，透着一股发自内心的亲切与眷恋。

1972年，我们全家搬往40里之外的驻马店镇。离开那天，又来了一辆解放牌卡车。村里的众多孩子们围着汽车看来看去、爬上爬下，我的母亲从附近镇上买来两斤糖果，分给孩子们吃。这一次，我也随同哥哥姐姐一起站在后面露天的车斗里，车开起来后感觉到的大风真惬意！

在驻马店镇住了整整八年。这期间，我开始懂事，也有了很清晰的记忆。平心而论，镇上的生活比小郭庄要方便的多；但童年的我居然开始留恋农村生活、想念我的小伙伴，此后，这种感情长期跟随着我，影响着我对世界的看法。在我心中，记忆并不清晰的小郭庄似乎是我永远的故乡。

尽管从1985年赴清华上大学开始就基本没有再长时间地回过河南，但是那里依旧是让我最有归属感的地方。在美国如果能够遇到一个河南人，总是感觉分外亲切。海外的华人生物学家当中有不少河南人，改革开放后以CUSBEA第一届考试第一名身份赴美留学的王小凡、改革开放后在美国留学生中首先成为美国科学院院士的王晓东都是河南人。我和他们的交情也因为河南人的联系而更加深入和自然。

后来，不知什么时候，河南人的名声开始出问题。2001年我回国，似乎处处都不欢迎河南

人。最可气的是看中央电视台的防盗公益广告，地铁里的乘客都说普通话，却偏偏让两个扒手之间用河南话交谈！真是岂有此理！这种明目张胆的不公平也更激发了我为河南人鸣不平的愿望。还好，还算有人主持公道，通过写书为河南人讲理，我自己也买了一本叫《河南人惹谁了》的书，边读、边笑、边生气！虽然书里讲述了许多对于河南人莫名其妙的误解，但书中的例证在社会上得到更广泛流传，也给对河南人不感兴趣的人们增添不少素材。

顺便说说我自己亲身经历的两件小事。一次是在美国东北部的佛蒙特州 Killington 滑雪，在吊椅上碰到一个中国人，很亲切地聊起来。我很自然就问道：您是哪里人？对方说：河北人。我说：哦，那咱们很近，我是河南的。这时对方不好意思地解释说：其实我也是河南的，在河北邯郸生活过两年，只是河南人名声不太好，所以外人问时总说自己是河北人。我听后真是哭笑不得：咱们至少都是中国人吧，不是有“儿不嫌母丑，狗不嫌家贫”的道理吗？！另外一次是去中国南方某高校做学术报告，晚宴时某位校领导问我：施教授，哪里人？我答：河南人。他好像没听清楚，过了几秒钟，又问：您祖籍是……？我如实报告了爷爷父母的出生地，他于是恍然大悟：哦，您是云南人呀！好像一切都顺理成章了，却绝口不再提河南，真让我哭笑不得。

回国不久的一次聚餐认识了清华水利系一位河南老乡，此君妙语连珠，因为同座的还有几位山东老乡，他就拿河南和山东比较，现摘录如下：

-- 为什么河南人名声不好？那是因为别的省如果有人做了好事，都是用省说话，比如山东出了梁山好汉，山东有孔圣人；可出了坏事，却是用市县去说，比如，泰安有个杀人犯。可到了河南，反了。河南要有好事，总是说市，比如洛阳的牡丹，南阳的孔明；可是坏事呢，却一下子都说到河南省去了。这么一来，就好像山东只出好人，河南只出坏人了。

-- 反正吧，我是这么觉得：山东也有好人，河南也有坏人。

闻言莞尔。其实全国各地，又能差多少？

从出生到18岁上大学，我有将近11年是在驻马店地区度过。所以，我不仅是地道的河南人；更准确点，我是驻马店人。今后您损河南人之前，最好四下观望一下，免得我在场让您下不了台。

后记：此文写于2009年8月中旬。9月26日，我携妻子儿女陪同母亲、大姐玉芬、小姐云楠在离开了将近37年后又回到了河南省汝南县老君庙乡闫寨村小郭庄。本以为不会有

人再记得几十年前的事情，事实却与我的想象完全相反。几乎所有上了年纪的村民都出来了，热情地拉住母亲和大姐，自我介绍，问长问短，一再邀请我们住两天再走。很多村民得知我父亲早已辞世的消息后，纷纷向母亲表达感激、思念之情。临走时，他们希望我们带些土产回来。推让再三，我们收下六个刚刚从树上摘下来的石榴。这些乡亲的情谊让我感动不已。四十年前，他们就对我们全家照顾有加，我的父亲母亲也尽力帮助过当地百姓。今天，我用什么来报答这些父老乡亲的厚爱呢？

（吴锤结 供稿）

中国政法大学校长黄进：大学国际化不单是“接轨”



■对话人物 \ 中国政法大学校长

黄进：生于1958年，湖北利川人。中国政法大学校长、教授、博士生导师。主持和参加中外科研项目20多项，出版专著、主编或参编的著作50余部，在国内国际报刊上发表论文、

译作 170 多篇。曾两次获高等教育国家级教学成果一等奖。曾担任国务院学位委员会法学学科评议组成员，现任教育部社会科学委员会委员、中国国际私法学会会长。

在经济全球化时代，高等教育国际化成为世界潮流和趋势。高等教育国际化不仅是一种教育理念，更是一种在世界各地广泛进行的教育实践。但是，中国大学的国际化之路怎么走？

国际化：现代大学的生存方式

记者：在全球化的背景下，大学要国际化是我国高校的一个共识，世界上其他大学是怎么看国际化这个趋势的？对于中国的大学，国际化究竟意味着什么？

黄进：在经济全球化、政治多极化、文化多元化、社会网络化的今天，人类已步入以知识为驱动力的社会，国际交往越来越频繁。在这种背景下，是把自己仅仅定位为本地的大学和本国的大学，还是定位为全球的大学这样一个问题，已摆在所有大学特别是有雄心壮志的大学的门前。

实际上，高等教育国际化在世界各地正以各种各样的方式广泛而波澜壮阔地上演。如美国哈佛大学在阿联酋开办分校，波兰在以色列建医学院，德国在开罗办私立大学，北京中医药大学已在德国、英国、美国、日本等十多个国家和地区建立了各种类型及形式的中医药教育机构。耶鲁大学在其国际化战略框架中明确提出：“国际化是我们对变革世界中机遇和挑战的回应”；韩国高丽大学提出从“民族性大学”向“全球性大学”转变的口号。

可以说，国际化已经成为现代大学的一种生存方式。从一个国家的优秀大学向世界性的优秀大学转变，是中国大学面临的挑战，当然也是机遇。北大清华等许多大学都提出了自己的国际化战略，中国政法大学的目标是把自己建设成为“世界知名法科强校”。

记者：您前面提到大学在国际化的过程中“重新审视自己的使命”，那么，新的背景下，大学国际化的使命是什么？

黄进：为什么要推进国际化，各个大学的目标不尽相同。美国大学发展国际教育主要考虑的因素依次是：提升自己在国际上的政治领导力、推进知识产业、促进工商业的发展、保证高等教育的质量等。澳大利亚则主要出于经济上的考虑，希望用国际学生交的学费弥补公共高等教育经费投入不足，同时借此提升澳大利亚进入知识社会的能力。加拿大的大学在这方面至少有四点值得我们借鉴：一是通过国际化提升自己的国际竞争力，二是明确将自己定位为全球大学，三是要把自己的学生培养成全球公民，四是要以自己杰出的研究来创造知识服务于全世界。

国际化既是大学的办学方向，也是提升大学国际竞争力的主要方法和途径。今天的大学随着经济的发展、科技的进步和人员的流动，已不能也不再局限于某地，而应该是在日益开放的国际市场上的一个全球性参与者，要在国际学生市场、跨境教育、招揽人才、争取国际基金、提高教学和研究质量、扩大国际声誉等方面参与竞争，提升竞争力，进而提升国家的竞争力。

提升国家竞争力：大学国际化进程中的担当

记者：您提到我国的大学要通过国际化来提升竞争力，世界大学的国际化目标也各不相同，怎么看这个问题？怎么认识我国大学在国际化进程中的目标和责任？

黄进：定位一所大学的使命要要看大学的社会发展背景、高等教育发展现状和学校实际情况。建设创新型国家、人力资源强国、高等教育强国是我国大学发展的大背景。但是我国现代大学最重要的使命是培养人才，培养对国家、对社会、对人类健康发展与进步有用的人才。而且，现代大学还有另外一个重要使命，就是为社会服务，为社会经济文化发展提供支持。

以法律人才为例，现在我国对外贸易十分活跃，贸易中需要通过法律解决的问题很多，但是到国外特别是在国际司法或仲裁机构就国际贸易纠纷打官司的时候，目前我们还得请外国的律师，我们的法律人才多数时候只能做助手。因此，培养国际化的职业法律人才，是必须要大学完成的任务。

随着国家整体实力的提升，我国高等教育应该有世界一流的大学和世界一流的学科。通过它们培养出来的一流人才，来为国家经济社会的持续发展、中华民族的伟大复兴提供足够的支持。

记者：那么，我国大学的国际化程度怎样？国际化是否意味着达到西方优秀大学的标准，或者与世界一流大学“接轨”？

黄进：目前我国大学和世界一流大学的整体差距依然很大。有评估研究表明，世界排名前100位的大学，美国、德国、加拿大、日本等国囊括了近80%。近些年来，我国先后实施“211工程”和“985工程”，加快建设高水平大学的步伐。大学也都清醒地认识到差距，将国际化纳入学校总体发展战略中。

必须特别注意的是，我们讲高等教育国际化并不是要全盘西化，也不要简单地认为高等教

育国际化就是全盘西化。同时，推进高等教育国际化也不是简单地要完全“与国际接轨”。各个国家的高等教育制度并不一样，差别很大，甚至一国内各省的高等教育制度也有所不同。你去同谁接轨呢？我们推进高等教育国际化，从本质上讲，是要通过国际交流与合作，培养教师和学生的国际意识、国际视野、国际交往能力和国际竞争能力，从而提升大学的国际影响力和竞争力。

我国的大学要通过对国际的学习、交流、借鉴，去发现现代大学制度的精髓，再结合我国高等教育的实际情况，去创造、创新和发展具有中国特色的现代大学制度。

交往能力：国际化的基础

记者：具体到大学推进国际化的实际操作中，怎么判断一所大学的国际化程度？

黄进：我觉得中国大学的国际化发展进程经历了三个阶段。第一个阶段的特点是大学领导人的国际交流活动比较多，出国访问、参加国际学术活动等。第二个阶段，大学的教师国际活动多了，访学、讲学等。现在到了第三个阶段，学生有更多的机会和途径参与国际交流。

判断一所大学的国际化程度，从主体方面看，要看教师、学生的国际化水平，看他们的国际意识、国际视野、国际交往能力和国际竞争能力。其中，教师和学生来源中国际成分的比例也很重要。国外许多好的大学，面向全球招聘教师，其师资队伍中有很多国际型的教师，大学里国际学生的比例也比较高，好的大学本科中国际学生比例达到5%—10%，国际学生在研究生中的比例更高。此外，判断一所大学的国际化程度还要从教学与科研活动方面来看，教学与科研活动的国际化水平主要表现在使用国际水平的教材、教学内容的先进性、双语教学特别是用国际性语言提供的课程程度、跨国合作教学和科研、在国际一流学术杂志上发表的学术论文以及举办的高水平国际学术会议等。

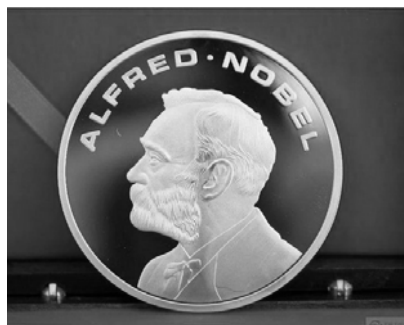
目前，我国大学要更有效地推进国际化发展战略，必须重点加强国际交往能力建设，包括教师的能力、学生的能力和大学自身的能力建设。现在，我国大学师生出国交流的机会明显增多了。比如，按照国家建设高水平大学公派研究生计划，国家每年公派5000人到国外攻读博士学位或者进行博士生联合培养，要派一流学生到国外一流的大学，师从一流的教授学习，许多国内大学有和国外大学联合培养学生的项目等。这方面还需要加强，要给师生提供更多的国际交流的机会，特别是为学生提供更多的选择机会，开阔他们的国际视野，培养他们的国际交往能力。同时，国际化是双向的，我国大学提升自身的国际化能力刻不容缓。大学要增强优势，吸引和吸收更多更优质的留学生，以便增加本国学生接触异质文化的机会，在各种文化的碰撞和融合中获得解决文化冲突的能力。

记者：推进过程需要注意什么问题？国际化和大学自身的特色之间的关系怎么处理？

黄进：面对大学国际化带来的这些机遇与挑战，中国的大学必须进一步解放思想，积极地进行改革创新，在这个过程中，坚持独立的自身价值体系非常重要。我们要坚持“学术立校、人才强校、特色兴校和依法治校”的办学理念，推进构建现代大学制度，建立政府宏观调控、高校自主办学的管理体制，走科学办学、民主办学和依法办学之路。在不失大学理想、坚守大学价值的前提下，把大学办出特色来。所以，我们讲大学国际化一定要同大学现代化和大学特色化结合起来讲，因为，大学国际化和大学现代化是相伴而生的，要提高大学的现代化程度，就需要面向国际社会，加强国际教育交流与合作，不断推进大学国际化。而要实现大学国际化，也必须以大学现代化为基础，没有现代化的高等教育观念和现代大学制度，也会影响大学国际化的进程。同时，任何国家的高等教育都植根于各国独特的历史文化土壤中，毫无例外地打上了各国民族文化、经济与政治体制的烙印，具有鲜明的本土特色。对国际上的先进经验的学习和借鉴，必须联系本国的实际情况，只有对其进行本土性改造，它们才能真正发挥应有的作用。由此我们可以下结论，大学的国际化、现代化和特色化进程，是一个并行不悖、相互依存、相互促进的统一过程。

（吴锤结 供稿）

冯一潇：诺贝尔奖为何青睐交叉学科



在近万个独立学科中，一半左右属于交叉学科。目前比较成熟的学科大约有 5550 门，其中交叉学科总数约 2600 门，占全部学科总数的 46.8% 之多，其发展表现出良好势头和巨大潜力。

“大科学”并不是指依赖于大装置的“大科学”，而是指“综合性的大科学思维体系”，以区别于“传统的、狭隘的科学思维方式”。

百年诺贝尔奖，有 41.02% 的获奖者属于交叉学科。尤其在 20 世纪最后 25 年，95 项自然科

学奖中，交叉学科领域有 45 项，占获奖总数的 47.4%。这个统计数据的重要意义，尤其值得不擅长多学科交叉的中国科学家深入思考。

交叉学科是指两门或两门以上学科融合而形成的一种新的综合理论或系统学问。交叉学科不是多门学科的简单拼凑堆积，而是多学科依存于内在逻辑关系联结渗透形成的新学科。不同的学科彼此交叉综合，有利于科学上的重大突破，培育新的生长点，乃至新学科的产生。

中国科学院院长路甬祥提出：在近 100 多年里，交叉科学，包括边缘科学、横断科学、综合科学和软科学等，运用多种学科的理论和方法，消除了各学科之间的脱节现象、填补了各门学科之间边缘地带的空白，将分散的学科综合起来，从而实现科学的整体化。交叉学科研究正在成为科学发展的主流，不仅活跃研究者的思维，开阔科学研究的视野，同时也大大推动着科学技术的发展。一个最新的例子是纳米科学，这是最为典型的交叉学科，它的出现，推动了众多学科领域的发展。

学科交叉是重大科学成就的源泉

将某一学科已发展成熟的知识、方法和技术应用到另一学科的前沿，能够产生重大创新成果，学科交叉是创新思想的主要来源之一，已经取得了杰出的成就。以诺贝尔奖为例，交叉学科所获奖项一直占据很大比重，评奖委员会更倾向于表彰属于交叉学科范畴的研究成果。

20 世纪自然科学最重要的有三大发现，相对论、量子力学和 DNA 双螺旋结构。其中 DNA 双螺旋结构的发现是科学史上最富传奇性的“章节”之一，作出重大贡献的科学家一共有 4 位：物理学家克里克(Crick)和威尔金斯(Wilkins)、生物学家沃森(Watson)还有化学家富兰克林(Franklin)。他们 4 人具有不同的知识背景，在同一时间都致力于研究遗传基因的分子结构，在既合作又竞争，充满交流和争论的学术氛围中，发挥了各自专业的特长，为 DNA 双螺旋结构的发现作出了杰出贡献，这是科学史上由多门学科交叉渗透、相互借鉴产生的一项举世瞩目的科学成果，成为生命科学发展的重要里程碑。基因工程中的 DNA 重组技术也是学科交叉的产物。这一技术的开拓者和创始人，美国生物化学家保罗·伯格(Paul Berg)借助类似工程设计的方法，利用限制酶和连接酶处理 SV40 病毒和大肠杆菌 DNA 碎片，最终两个不同来源的 DNA 片段连接在一起并发挥其应有的生物学功能。这是世界上首次完成的基因重组和 DNA 人工转移的重大创新研究，证明了完全可以在体外对基因进行操作，从而为人类主动改变生物的性状和功能，创造更加适合于人类需要的新生物提供了重要方法，开创了遗传工程的新纪元。

1998年度诺贝尔化学奖的颁布，向人们展示了数学、物理和化学学科的交叉和融合取得的重大成果。美国物理学家瓦尔特·科恩（Walter Kohn）和英国数学家约翰·波普（John Pople）以物理和数学工具，发展了量子化学理论和计算方法，在化学领域取得了骄人成就。通过以科恩和波普为代表的量子化学工作者的不断努力，今天，量子化学无疑成为化学工作者最有用的工具之一。磁共振成像技术（MRI）的发明实质上是物理学与医学的结合，也是交叉学科能产生丰富成果的有力证明。这种能精确观察人体内部器官而又不造成伤害的影像技术，对于医疗诊断、治疗及其检查至关重要。其发明者，美国的保罗·C·劳特伯（Paul·C·Lauterbur）和英国的皮特·曼斯菲尔德（Peter Mansfield）因此项技术获得了2003年诺贝尔生理学或医学奖。

交叉学科研究是科学发展的主要方向

交叉学科是当今科学的前沿研究领域。据统计，在近万个独立学科中，一半左右属于交叉学科。目前比较成熟的学科大约有5550门，其中交叉学科总数约2600门，占全部学科总数的46.8%之多，其发展表现出良好势头和巨大潜力。当今，很多热门话题都涉及交叉学科研究，如基因组学与蛋白质组学、神经系统科学、微阵列技术等；同样，许多重大的科研成就也都是跨学科合作的成果，如人类基因组测序、“绿色革命”以及载人空间飞行等。前沿学科在交叉融合中获得新生。2003年由美国硅谷产学研各界组成的智囊机构一致认为，20世纪90年代迅速发展的生物技术、信息技术、纳米技术正在共同酝酿下一个科技创新高潮。未来这三大技术的交叉融合将有望广泛改变工艺和产品，产生新的经济增长点，形成一次新的产业革命，并将对全球产业产生重大影响。可以说，交叉学科研究是未来科学发展的主要方向，实现科学研究的跨学科性不仅是科学自身发展的需要，也是全球经济和人类社会发展的需要。

世界各国对交叉学科研究极为重视。2002年美国国立卫生研究院（NIH）建立了多个学科交叉研究中心，便于来自不同学科背景的科研人员相互交流和沟通，不仅设立了“多学科交叉研究人员培训基金”，还举办了“技术方法创新研讨会”和“生命科学与物质科学交界的机构联席会”。英国等其他发达国家也相继成立了学科交叉研究中心，为前沿学科建设开辟道路。1998年，诺贝尔物理学奖获得者，斯坦福大学教授朱棣文倡导确定了“生物学交叉学科研究计划”（Bio-X Program），包含了涉及生物科学、生物工程和医学领域的众多学科。Bio-X计划将基础理论、应用研究和临床科学的前沿结合在一起，促进整个生物医学领域从分子尺度跨越到人类器官尺度的技术创新。2002年，《自然》杂志设立了一项“交叉学科进步奖”提名，奖励那些在交叉学科领域作出杰出贡献的科学家，宗旨是为了促进学科之间的交流。这吸引了大批来自不同学科的科学家，他们有的在交叉学科领域中发明了新的技术，有的则将一些已经成熟的技术以新的形式去解决问题。大家都希望可以在思想上交融并闪现出智慧的火花。生命科学界权威杂志《细胞》也特设了一个相关交

叉学科领域的介绍专栏，为研究人员打开了进入交叉科学研究的大门。

我国政府在“十一五”科学技术发展规划中，选择了一批重大科学前沿问题开展研究并给予资助，包括：生命过程的定量研究与系统整合、凝聚态物质与新效应、地球系统过程与资源、环境和灾害效应等多学科研究方向。“973”项目8个资助领域之一的“综合交叉”，通过鼓励不同学科领域间的交叉融合，培养和造就一大批富有创新精神的科技人才，建设若干学科交叉、综合集成、机制创新的重点实验室和研究基地，从而孕育出更多的创新性研究成果。第一批“973”项目——“光合作用高效光能转化机理及其在农业中的应用”就是一项多学科交叉，把生物学、物理学、化学和农学有机结合开展科学研究的项目，使我国光合作用机理与膜蛋白三维结构研究处于国际领先水平。这样大跨度的多学科结合具有鲜明的特色在国际上也很少见。2006年，科学出版社出版的《中国交叉科学》创刊，为国内首个交叉科学研究连续出版物，以交叉为特色，反映我国交叉科学研究新思想、新观点、新成果。同年北京大学成立前沿交叉学科研究院，该院已建立了生物医学跨学科研究中心、化学基因组学研究中心等若干前沿交叉学科研究群体，承担国家重大科研项目。国内其他重点高校如浙江大学也相继成立了相关研究中心，加强交叉学科的建设。中国科学院高能物理所于2006年设立了有200多名研究人员的多学科研究中心，迄今已在纳米生物安全性、金属蛋白质组学、分子影像学、生物大分子结构等方面取得了一批重要成果。

交叉学科研究的创新建设

不同学科间的交叉和融合是21世纪科学发展的主要趋势。交叉学科研究既有一般科学研究的共性又有自己的个性。突破传统思维方式和体制，促进各学科协作发展的关键是建立一套行之有效的组织管理机制、人员聘任评价机制、资源分配机制以及相应的交叉学科学术支撑体系。交叉学科研究应向体制化、制度化及管理的可操作化迈进。2004年，美国科学院协会（American Scientific Affiliation）发表了长篇报告，名为《促进交叉科学研究》（Facilitating Interdisciplinary Science）。该报告全面深入地分析了交叉学科研究的发展现状，对如何促进交叉学科发展提出了从科学研究、人才培养到管理体制一揽子富有创见性的改革方案，其前瞻性、系统性、深刻性令人深受启发。

与发达国家相比，中国交叉学科的发展还处在不成熟的阶段。交叉学科既没有院系对应，自身也未成学统，从事交叉学科的研究人员只能分散到其他学科。由于交叉学科尚没有专门的学术建制，因而常会遭受传统思维的束缚和固有研究体制与模式的阻力，找不到对应的位置，得不到政策、制度的鼓励和保障，致使学科交叉研究的力度和广度不足。《中国交叉科学》主编刘仲林教授认为，交叉科学研究要在现有科研和教育体制中立足，就必须从深层突破以传统学科界限为基础的科研管理和学科组织模式，建立有利于交叉、开放和共享的运行机制，拓展科研和教学充分自由创造的空间。正如李四光先生所言，要“打破

科学割据的旧习，作一种彻底联合的努力”。

建设和发展交叉学科的关键取决于构建基于学科交叉的教学科研管理平台。应根据自身学科建设和发展情况，积极创新平台建设模式，以优势学科和特色学科为基础，组织联合相关的研究力量，逐步克服现行的教学科研体制、人事制度与学科交叉平台建设相互矛盾的突出问题，建设一个学科前沿性与学科交叉性相结合、实体与虚体相结合的交叉学科研究平台。政府和资金赞助部门应有导向性，以鼓励学科交叉研究的开展。通过优化资源的配置，如设立交叉学科研究项目等，保证资源合理、有效到位，以较好地实现各要素间的优化配置，并使各要素间得以和谐发展。还要构建学术交流平台，不断创新学术交流方式，通过不同学术观点的争鸣和学术思想的碰撞、切磋、互相渗透和融合，扩大视野，有效沟通，启迪科技人员的学术思想，激励创造性思维能力。

交叉科学则因其独特的跨学科性而无法找到自己的应有位置，以至形不成自己的专门队伍和组织，缺乏人才培养基地和学术研究平台，发展不得不长时间停留在“业余”的水平上。科技体制应为交叉学科发展培养创新人才，整合人才资源，组建科研团队。利用不同学科背景的研究者在方法上的相互启发，科研中的相互配合，真正实现质量上的系统整合效应。通过选拔优秀人才、激励先进成果来推动科技进步。逐步建立和完善交叉学科建设的弹性绩效考核和评价机制，弱化短期考核指标，努力为学科建设特别是交叉学科的建设和发展创造良好的软环境。正如美国国家科学技术委员会 2004 年给美国政府的科技咨询报告中指出：“为使未来科技领域真正有所成就，造就能够跨越传统学科进行研究并思考外部世界的新一代科学家是绝对必要的。培育这种要么能够跨学科研究，要么知道如何在学科交叉领域与他人合作的新一代研究人员，对于未来至关重要。”

学科交叉推动“大科学”时代进程

学科交叉体现了科学的综合化发展趋势。科学上新理论、新学科、新技术的出现常常是在现有学科的边缘或交叉点上。学科交叉已经形成了大量成熟的交叉学科，如物理化学、生物化学、生物物理学等，并且还将陆续形成其他重要的交叉学科。这些新学科将会大大推动科学进步，尤其在现代“大科学”发展趋势下，几乎已找不到没有学科交叉的纯科学问题。随着学科交叉研究的发展，新兴交叉学科的产生以及各种新的理论体系和研究方法的创建与不断完善，使得科学本身向着更深层次和更高水平发展，推动科学向着多维综合性、创造性和开放性的思维方式迈进，这就是所谓的“大科学”时代。我们这里所指的“大科学”并不是指依赖于大装置的“大科学”，而是指“综合性的大科学思维体系”，以区别于“传统的、狭隘的科学思维方式”。

“分化”是小科学时期科学发展的主要动力，“交叉”则是大科学时代科学发展的主要表

征。在大科学背景下，交叉学科得到突飞猛进的发展，受到政府和学界的广泛关注。国务院 2006 年发布《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020 年）》，部署了四项重大科学研究规划，涉及蛋白质研究、量子调控研究、纳米研究和发育与生殖研究等研究领域，其中的 16 个重大专项多数都是跨学科领域的。中国科协新批准的 34 个学会中，有一些就是交叉科学学会。可见，交叉学科的不断涌现，并逐渐形成各种交叉学科群，乃是当代大科学时代的主要特征之一。

国家自然科学基金委员会于 2000 年开始试点实施“重大研究计划”，这是提高我国科技持续创新能力的一项新举措，是重要的制度创新。该项目针对重大科学问题，整合不同学术思路 and 不同层次的项目形成具有统一目标的项目群，实施相对长期（6~8 年）的支持，旨在促进学科交叉和学术争鸣，激励创新。这种资助模式强调顶层设计，突出战略性，在围绕整体目标进行研究方面作出了积极探索，既保证了科学研究自由探索的需要，发挥了科学家的创造性，又顺应了“大科学”时代科学研究的规模性，实现了多学科的交叉和集成。基础研究中的创新常常来自不同学科之间的互碰、不同理论的互融和不同专业人员的互补。“大科学”时代将会越来越重视科学体系的统一性和完整性，这就是现今科学研究的显著特点和发展趋势。我国交叉学科目前总体上处在发展成长阶段，并且表现出快速发展的趋势，具有良好的发展前景和广阔的发展空间。

（作者单位：中科院高能物理所多学科研究中心）

（吴锤结 供稿）

论研究所建设发展中的十大关系

于达仁

1. 基础研究和技术研究、工程应用的关系
2. 科研进度和安全的关系
3. 科研和教学的关系
4. 研究所、教师和学生的关系
5. 学术带头人和团队成员的关系
6. 人和事的关系
7. 民主和法制的关系
8. 研究方向的稳定和创新的关系

9. 是与非的关系

10. 自力更生和对外合作的关系

鲍文老师在办公系统贴出来毛泽东选集的著名文章《论十大关系》，重读，佩服毛主席的哲学智慧之余，感到其思想方法对我们的现实工作仍具有重要的指导意义。最近几个月，一直思考研究所下一步的发展，从中看到一些由于研究所快速发展出现的新的问题，也还有一些一般性的问题，综合起来，一共有十个问题，也模仿毛著，写了一篇论十大关系。

提出这十个问题，都是围绕着一个基本方针，就是要把一切内外部的积极因素调动起来，为研究所发展服务。我们要总结本单位过去的发展过程，也要借鉴其他单位的发展经验，发挥好的经验，避免常见的弯路，调动一切直接的和间接的力量，以稳健的步伐，走过“十二五”这个难得的快速发展机遇期。

下面我讲十个问题。

一、基础研究和技术研究、工程应用的关系。

基础研究无疑是一所一流大学的研究所的发展重点。必须优先发展关系到国家重大需求背景的基础研究，过去的发展经验已经表明了这个方略的正确性。但是决不可以因此忽视技术研究和工程应用。如果没有足够的科研经费收入，研究所的运转就会失灵，首先就不能养活我们的梯队，现在房价飞涨，医疗教育费用飞涨，教师的基本生活需求大幅度提高，没有安居，何来乐业？而我国的现行体制，基础研究的科研经费是偏低的，主要得财政收入要靠技术研究甚至工程应用去取得。这是问题的一方面。另外，从科学研究、人才培养等多视角看问题，好的基础研究选题往往诞生于应用性研究中，通过应用性研究可以密切和生产部门的关系，了解他们的需求，获得他们的发展趋向，取得珍贵的实验数据等，培养的学生也有畅通的分配就业渠道。从因材施教的角度看，不同的学生也有不同的个性化需求和特长，有的喜欢基础研究，有的喜欢应用研究，能够让学生各取所需，也不失为调动学生积极性的基本需求。基础研究往往能够形成较为稳定的研究方向，长期积累，出原

创性的系统性的成果，又通过重大工程应用，体现成果的社会价值；单纯的应用研究有时不得不随工业部门的需求变化闻鸡起舞，得不到积累；二者结合起来，就能够取长补短。从另一方面看，当然也存在占用资源、人力等矛盾方面。所以，这三者的关系是一种对立统一关系，基础研究和技术研究、工程应用的关系，必须处理好。

基础研究和技术研究、工程应用的关系，还内含了科学研究中质与量的关系。现在大学评比要统计科研经费的数量，似乎永无止境地增加，这要警惕其中的误区。量变质变的普遍规律在适当的时候自己会说话的。经费无止境地增加会导致科学研究的异化，异化为搞规模生产，搞产品，甚至异化为投机和对国家的欺诈。一个明智的科学家要反对这一点。大学的科学研究功能主要体现在创造新的知识和技术上，要少花钱，多做事，节约国家的资源。创造新的知识和技术与大学的人才培养职能是契合的，所以说，大学的科研重心应该放在基础性研究上面，起码不要去搞生产。把大学异化为企业，这个社会的文明进步就无望了。

在处理基础研究和技术研究、工程应用的关系上，我们没有犯原则性的错误。我们长期以来，坚持几条腿走路的做法，这是徐基豫老师退休前留下的规矩，我们一直坚持。实践证明，这符合我们的工程性学科和行业性学科的特点。

我们现在遇到的问题之一，是基础研究和技术研究、工程应用如何在具体的团队成员身上取得平衡的问题。每个具体的教师，由于各人的特长不同，很难一刀切地要求各方面平均兼顾，在具体操作上，我看比较可行的是个人根据自身特点各有侧重，但理论和应用不要脱节，都要搞一点，这样研究成果和经济收入都能够恰当平衡，利于个人事业发展和家庭生活。从团队的角度看，既便于在大的短期性的工程项目面前能够大兵团作战，集体攻关，又便于没有大项目的时候或者在大项目之外分兵开展基础研究。

我们遇到的问题之二，是和财务管理相关的问题；工程项目往往来源于横向，管理政策比较宽松，基础研究项目往往来源于国家部委，管理政策比较严格，这就需要我们采取统一的财务管理平台来协调和平衡各课题的支出，互通成本。这就是我们必须采取统一财务

管理的一个现实原因，也是必须兼顾基础研究和应用研究的一个财政方面的具体原因。

我们遇到的问题之三，是和奖金分配政策相关的问题。过去一直沿用的一个基本政策是，奖金的分配主要从承担工程项目的角度来核算，从事基础研究只发放很少比例的奖金，基础研究的收入主要用于支付研究所的运行成本，这在教师人数少基础研究和应用研究基本平衡，财政收入以工程项目为主的年代是适合的。目前随着基础研究收入占据研究所财政比例的大幅度提高，老的政策不适合目前的形势，但还没有研究建立起完善的财务分配政策。这是必须加快完成的制度建设任务。这个问题解决不好，会影响研究所的发展。建设这个制度，要发扬民主，让大家说话，充分讨论。大体说来，要处理好从事工程课题不容易发表高水平论文的这个隐性不平衡。

二、科研进度和安全的关系

随着研究所的实验条件建设的大发展，我们的高危实验台越来越多，近来不断地发生不同程度的着火、爆炸事故，幸而尚未发生人身伤亡事故，但财政损失和时间损失也很可观。如果不能采取严格有效的措施加强管理，人身伤亡事故的发生为什么就不可能呢？

由于科研任务重，往往为了赶进度，就放松忽视安全措施，导致事故率大增。负责人的瞎指挥要不得，要明确安全责任，出了问题要有明确的追究责任人的一套规章制度，来防止不负责的行为。要加强安全方面的科学管理，日常培训，危险岗位上岗要有资格确认。要有一套吸取经验教训的有效办法，防止重复地交学费。要对能够避免的经历过的事故和未知的新型事故区别对待，明知故犯的要加大惩罚力度。

安全管理要科学，要当一门学问来抓，不要一管就死，一放就乱。要在科研进度和安全这一对矛盾中寻求最佳平衡。这是我们研究所管理中的新的问题，在当前的阶段是特别突出的一个问题，不可小看，不可大意。

安全制度的制定，要借鉴航天部门的成熟经验，要派人出去调研取经，花点钱，花点时间，是值得的。责任的追究和处罚要有力度，也要科学合理。这也是个大学问。

三、科研和教学的关系

这是一个一般性的问题，我们曾做过深入的研究，也有独到的见解，但是年轻同志多了，大家的认识不一定深入，更不一定统一，所以还需要专门地论述一下。过去老一辈的就有两种观点，不外乎重视教学的和重视科研的两个极端。教研室的两个元老就分别持两个观点，王仲奇院士的观点是：搞教学耽误时间，强调年轻人留校后先专心地干几年科研，出成绩，若干年后有了科研经验，再去教学，经验丰富，教学的水平也高，学生也受益；强调教学要由经验丰富的老同志来承担。徐基豫老师的观点是：年轻人要早点过教学关，通过讲课，尽快地加深对本人从事的研究方向的相关课程的理解，强调教课和听课的学习效果相差很大，另外也符合学校的政策，早日具备评副教授或教授所需的教学方面的资质。可以说仁者见仁智者见智，永无定论。

我们通过自己的实践，认为科研和教学的关系是对立统一的，从具体实践角度看，赞同年轻教师要早过教学关的观点，也认同同步地发展科学研究能力的必要性。年轻教师的成长，实际上是在教学和科研两方面互动发展的过程，不可偏废。教学过程一方面可加深对重要课程的掌握程度，也增进年轻同志对教师职业的认同，早日树立为人师表的观念，促进自我的严格要求，同时也扩大在学生中的影响和知名度，从而有机会在学生里寻找自己的科研助手，建立自己的学生团队，在数年后需要科研上发力的时候，是否有学生做助手那可大不一样。科学研究的开展本来就有个过程，青年人开始职业生涯的时候，科研上经常要摸索一段时间，也客观上给在此期间兼顾教学技能的培养留了时间上的空档。

从研究所的科研力量组成角度看，研究生和博士生占据总的研究团队人数的4/5，如果教学工作做好了，研究生能够早点进入科研稳产阶段，那自然促进了科研，科研做好了，研究生的培养质量也就有了基本的保障，科研影响力也提高了生源质量，实现了良性循环；这就是教学和科研的基本的互动关系。我们经过研究，提出了硕博士生科研团队的流动性和成长性的概念，由此揭示了教学和科研的统一的一面，改变了过去强调教学科研对立性一面的片面观点，对解决青年教师对教学的思想问题起到了积极作用。从个案不难找到青年教师长于教学工作，迅速建立了学生中的威信，招生问题解决得很好，学生科研助手兵

强马壮，靠小团队的力量迅速崛起，在同辈中脱颖而出的例子。这都是很有说服力的事实。事实胜于雄辩。

先进的科学研究平台对本硕博教学的促进作用是显然的，不用细说了。

四、研究所、教师和学生的关系

研究所、教师和学生的关系，存在多个层面，有学术层面的，也有经济层面的，都要处理好，必须兼顾三个方面。

研究所是个抽象的东西，你说它是啥？是那座楼？那些试验台？还是那些成员的集合？也是也不是。所以先要有个研究所的定义才好继续讨论。按照我的理解，研究所主要地就是我们这些教师和学生赖以进行教学科研活动的那个平台，也是大家赖以生存发展的那个平台，一草一木，一砖一瓦，新朋旧友，这些有形的事物，再加上学术方向、文化、制度、精神、传统、社会影响等无形的存在，构成了这个平台。

这个平台的建立，花了 10 余年的时间了，还在快速发展的过渡过程中，还远未定型。建立起来着实不易，自然要珍惜。是大家的饭碗，自然大家要珍惜。大家都以所为家，自然尽心尽力，那还有什么难的事情呢？这个简单的描述，却实实在在说清楚了这三者关系的根本处。如果研究所不是大家的家，那就不会每人都尽心尽力，这个人数的比例越少，就越远离群策群力的境界。

所以，研究所的基本政策之一，就是以人为本，要顾及教师的个人生存发展，要顾及学生的成才就业和生活质量，尤其是年轻人的生活担子比较重，在福利待遇上要政策从宽，帮助青年同志渡过刚成家的经济困难时期。要制定学生通过从事科研教学活动来养活自己的政策渠道。研究所的发展规划，要把梯队建设和成员个人进步作为头等大事来列入规划，这就实现了集体和个人的发展目标的统一，就形成了合力。我们在这方面是有成功经验的。徐基豫老师交待的宗旨，一直牢牢地遵守，不敢偏离，那就是“要注重民生”。这也是我们这个小单位一直保持了很好的发展势头的根本所在。“我们历来提倡艰苦奋斗，反对把个人物质利益看得高于一切，同时我们也历来提倡关心群众生活，反对不关心群众痛

痒的官僚主义。”

这里还要谈一下在统一领导下的独立性问题。为了建设一个强大的研究所，必须有强有力的统一领导，必须有全所的统一计划和统一纪律，破坏这种必要的统一，是不允许的。同时，又必须充分发挥个人的积极性，允许有适合个人情况的特殊，只要有利于大局，就是合理的。研究所的统一领导很重要，要有统一的财政，统一的学术发展规划，但是不是就不给教师个人一点包括财务上的和学术上的机动的余地了呢？恐怕不是。从原则上说，统一性和独立性是对立的统一，要有统一性，也要有独立性。要有一个与统一性相联系的独立性，才会发展得更加活泼。从学术自由上讲，大学教师的学术自由应该充分享有，才会发挥出高度的创造力，这是历史的经验。学术上的统一性我认为主要地是从团队成员间的高效的分工合作来体现的，也可以从共享资源和实验条件上来体现，实际上和学术的自由是可以共存的。我们要有研究所层面的学术发展规划，但也坚决地反对学术霸权，反对学术上粗暴干涉成员的自由，反对打着统一旗号的独裁。具体执行起来，就要由民主协商的方式来体现学术统一和学术自由的辩证关系。

财政的统一和适度自由也是一个辩证的关系，当年的农村改革，就是从自留地和包产到户开始的，后来随着生产力的发展，才又逐步过渡到分工合作的大生产方式。关于这个问题，由于有历史的原因，我们所一直实行完全统一的财政，有很多历史欠账，必须还上，有很多不平衡，必须假以时日，待弱小者有能力自主。适当的时机，我们还是要讨论在统一财政下，允许有一些自留地的政策的，现在条件还不成熟。这个要同大家协商，时机成熟了，再提出来。生产关系历来就是生产力水平决定的，不是一成不变的。如何变，民主决策，总是能够体现大多数人的利益的，这就不会出现大的偏差。所以，研究所要坚持民主办所，这也是体现研究所、教师、学生三者关系的一个基本点。研究所的财政要有应对“特大自然灾害”的储备，要有个平稳性和缓冲能力，这也是对全体成员负责的一个方面。

我们这个研究所又分为三个研究组，各研究组之间的关系也是一个重要方面。三足鼎立，独木难支。三个方向相对独立，各有特色，互有交集，形成生源、财政收入、人员编制、

学术基因等方面的互通缓冲和交叉支持，东方不亮西方亮，避免大的波折的出现，研究所的运转就稳定了许多。学术交叉带来了较多的创新机遇，也是我们发展较快的一个原因。一个例子就是，Plasma Combustion 这个新方向，说办就办，半年就支起来了架子，这和plasma组的存在是分不开的。这些优点，我们要坚持。

五、学术带头人和团队成员的关系

学术带头人和团队成员之间的关系，我的认识是一种学术合作关系，合作的本意就是互利合作，这是自然的态势。这个关系是对称的和稳固的，因为，即使带头人和成员间换位思维也还能成立，大家都可以接受。大家之间的合作，产生经济效益和学术成果，然后按照合作的基本原则分享这些成果，这就是自然之势，省力，可以长久。合作是双方自愿的，而不是单方面强制的。合作关系是在学术研究过程中逐渐形成的，而不是固有的。是动态变化的，不是固定的。是提高效率的，而不是降低效率的。是互利的，而不是只有利于单方面的。

那么，学术带头人和团队成员之间的关系，是不是一种管理和被管理的关系呢？可以说既是也不是。通过有效的组织和分工协作形式，各自发挥自己的长处，团队的整体产出提高，每个个体的收入和成果自然就分配的多了，所以从一种分工合作的视角去看待，可以说是管理。但是由于科学研究特殊性，在学术问题上，决不能用行政决策的办法去搞上级服从下级那一套，一定是要通过研究讨论分清正确和错误才行得通，从这个角度看，那又不能说是管理，只能说是合作。学术领导更要提倡商量办事的民主作风，不要搞命令主义。过去常出现的一个问题是学术成果的分配问题，比如说，论文的署名问题，报奖的署名排序问题等，常常成为一个导致不团结的诱因。我们要警惕团队的不团结的发生，要以防微杜渐的态度对待这个问题，因为一旦发生此类问题，那就是不可逆的，破镜难圆，损伤不可弥补。团队带头人的学术管理权，实际上是学术责任，而不是利益。为了杜绝问题的发生，在成果分配上要制定规范的民主决策形式，不要独裁，吸取了多数人的意见，就能够保证团结。这是实现大团结的组织制度保障。要按劳取酬，不要学术剥削。

学术贵在创新，团队的学术带头人要允许年轻人创新，搞自己感兴趣的科学研究工作；有的单位的带头人限制年轻教师搞新方向，要求年轻教师必须搞带头人自己的方向，为他出力，这是多少有点自私的表现。要知道，带头人有老的那一天，有退出历史舞台的那一天，年轻人登上历史舞台的时候，必须唱符合他的时代的新戏才有人喝彩，而这个剧本，需要年轻人自己写。要杜绝以学术统一为名义的学术私有观念，那样的团队是不稳固的，是不可能长久发展的。我们要常青的千年古榕树的那种自然智慧，不要千年古槐的那种老朽味。作为学术带头人，对团队成员要配合与扶持，不要管制，要激发和参与年轻人的学术创造，同劳动，同分享，同进步。

作为一个学术团队，自然有团队的方向和领域，不能朝三暮四地改变方向，当然对成员的学术专攻有所期望和要求，以便分工配合，这就有一定程度的统一性的要求。可以和应当统一的，必须统一，不可以和不应当统一的，不能强求统一。正当的独立性，正当的学术自主权，每个成员都应当有，都应当争，这是符合团队长期发展的整体利益的。这应当区别于从本位利益出发的争权，不能叫做个人主义，不能叫做闹独立性。

六、人和事的关系

说的是人和事哪个为主的问题。笼统地说这个问题，表达不清问题之所在，先说个具体的代表事例，来说说人和事的矛盾的一面。一个是某大学前些日子发生的，某博导在博士生五年完成毕业论文后仍要求该博士生做完某个科研任务否则不许答辩，该博士生助学金已停，工作单位待签，自有个人的难处，陈述数次未果遭导师训斥怒骂，激怒之下爬上顶楼跨窗以跳楼威胁，校长急来协调答应按章审查予以答辩了事。我想，这个导师真的很失败，辛辛苦苦教了五年的学生，上演最后的一幕，师生算是反目成仇了。为什么会这样？就是人和事的关系没有搞清楚主次的缘故。

别的情形我们不说，只论大学里的人和事，这是我们的本职工作，能够也应该说得清楚。大学说到底是以培养人为第一位的，这是大学之所以对社会重要的主要方面，科学研究是大学的第二位的职能，不是说不重要，而是说第二位重要。搞清楚了一个问题，前面的那

个导师的错误就不会犯了。如果那个科研项目真的离不了这个学生，那就先解决学生的个人生活问题，协商同意后，也能够获得皆大欢喜的结局。说到底，第一位的不能放到第二位上，否则就主次颠倒，非出麻烦不可。

我们组织学生做科研项目，也要时刻把培养学生的能力贯穿其中，时时不忘，自然是另一种局面。如果仅仅是为了完成任务，那积极性和效果就要差一个层次了。做到了以人为本，事情反而进展顺利，如果以事为本，恐怕落个被敷衍了事的结果也是常有的。这就是辩证法。老子曰：以其无私故能成其私。这是论述作为人的研究生和科研的关系，以人为本，就能够把事情做好。

再从教师的角度谈人和事的关系。事要靠人办，人要成就点事，两个都重要，是辩证的统一，不是矛盾的。教师的个人发展对事业的发展起着决定性的作用，集体的事业的发展又是教师个人发展的平台和推动力。在具体的人和工作安排上，要把二者在个人身上统一起来，就能够形成合力，事也办成了，人也提高了，皆大欢喜。如果安排得不好，事情和人形成了矛盾，那就是两头落空，事也办不好，人也得罪了。紧急的事情来了，大家克服一下个人的困难，牺牲一些个人利益，不是不可，但都是权宜之计；能够长期地执行的，都是人和事统一的政策方针。如果从管理学的角度去论这个问题的答案，大概也要归结到以人为本这一条上。

最终的答案就是，以人为本，才能够把事情做好。

七、民主和法制的关系

一个研究所乃弹丸之地，不过数十人的小圈子，大谈民主与法制这样的大问题，似乎不必，又似乎小题大做。但真的是这样吗？一个小研究所，要想治理好，也不容易。尤其这种存在着学术权威终身制的影子、老师徒弟小圈子的小型社会，存在着种种障碍和误区，极容易走入误区。

常常说反对学术霸权，但大学里的学霸却比比皆是，何故？首先学霸们自己很开心，不肯反对自己的霸权，或看不到自己的霸权。再者小辈们何敢反对师长？岂不是翻了天了？在

中国这个社会里面，封建的旧思想和等级观念浸透到了每个角落，包括大学也自不可免俗。在此，说一个著名教授的例子，提供一个思考的出发点。

《温景嵩教授，纪念流体力学家 G.K.Batchelor 教授》：

称呼问题

称呼问题是在我和他第一次 interview（会面）时就发生了。当时我称他为：

“Professor Batchelor!” 这很平常，通常在国内我们在和一位教授谈话时，就是这样讲的：“张教授！”或者是：“李教授！”如果对方是位学问很大，水平很高的长辈，则更应称呼为：“张先生！”或者是：“李先生！”（这里“先生”二字是高校和学术界对长者的尊称，与一般社会上讲的：“某先生，某女士”不同。）不料，Batchelor 却很不高兴地纠正我说：“不要这样叫我，今后你对我讲话时，请直呼我的名字：“George!（乔治！）”就行了。”这顿时使我诚惶诚恐。我说：“这怎么行？！在我国内，直呼其名只有长辈对晚辈才行。至于平辈，只有是很亲密的平辈才可以这么称呼。至于学生对老师说话在我国内是绝不可以直呼其名，这是对老师的大不敬，是犯错误的行为。”但他却很坦然地对我说：“那是在你们中国，而现在，你是在我们剑桥，得按照我们的规矩行事。”我就只好“入乡随俗”了。而且确实后来我发现系里的人，不论是老师，还是研究生，博士生，大家在谈起他来时都是讲：“George 如何如何”，从来没有人讲：“Batchelor 教授怎样怎样”，我自然而然地也就随大流了。

和一位博士生交谈时的情景

这件事发生在应用数学和理论物理系办公楼一楼的大饮茶室。有一天在工间茶时间，许多人都到这里来喝茶，所有的座位都坐满了。这时 Batchelor 走了进来，在柜台上买好了他的一份饮料后就来到饮茶室的大厅里来。奇怪的事是没有人让座，他就站在那里端着他的茶杯静静地喝。后来他发现了一位博士生，他有话要和这位学生交谈，于是就走到了这位同学面前和他交谈起来。使我惊讶地是这位同学在这种情况下仍然没有让座，他就坐

在那里和站着的 Batchelor 教授侃侃而谈。更让我吃惊的是在他们两人谈着谈着的过程中，忽然有必要 Batchelor 教授掏出了一个小本子要记点什么，这时 Batchelor 就把他的杯子放到身旁的小桌子上后，一只腿跪了下来，然后把小本子放到自己的膝盖上写了起来。就是在这样的情况下那位博士生居然也没有让座，而是很坦然地坐在那里眼睁睁地看着 Batchelor 教授跪在自己的面前写字。这太不可思议了，这种事若是在国内根本不可能发生，否则那位同学会受到谴责的。而在剑桥这里却发生了这样的事，并且竟然也没有人站出来批评这位同学。此事于是就深深地刻印在我的脑海里，至今无法忘怀。

Batchelor 教授这样对下属布置工作

本文前面谈及 Batchelor 教授在安排 Jeffrey 和我参加到他那个多分散悬浮粒子沉降大工程里来时就已指出，他不是以一个上级对下级下指示下命令的方式来布置工作，而是以一个平等的朋友的身份来向对方提出建议。当他向我提出这一建议时他甚至使用了一个非常客气的提法：“Are you willing to do this work?”，这里他使用了“willing（乐意）”一词，而不是通常的问话：“Will you?”或“Would you?”。这使我感到非常意外。言外之意 Batchelor 是认为我可以不乐意，在那样的情况下我就完全可以不去执行他的指示。这怎么可能呢？不执行导师的指示那对我们而言是绝对不可以的事。回想起“文革”前我在中国科学院工作时，那时的领导要求我们：“专家的意见，就是党的决定，大家要坚决执行。”对比这两种在科学研究中的不同的上下级关系，两者之间真有天渊之别啊！Batchelor 有一次谈起他这样做的原因。他说：理论工作是一种高强度的思考工作，这种情况只有在思考者自觉自愿时才会发生。当他没有自觉时，你就是整天在他身旁不停地说：“Thinking! Thinking! Thinking!”（思考！思考！思考！）那也不会奏效，这时的思考者就不可能真正开动起他的脑筋来思考。因此，Batchelor 教授有一句名言：

“Maximum freedom in hands of good people!（要选好优秀的人才，然后给他以最大的自由）。”Batchelor 教授对他下面的人布置工作时的做法，正体现出他在领导这个理论

物理系时的指导思想，此事我们还将要在后面提到。当然，领导者除了选好人才以外也不是完事大吉无所作为，放任自流对于学术单位的领导者也是不能允许的。Batchelor 教授的领导思想的另一方面就是：在日常工作中，建立起并组织好制度性的高频率高水平的学术活动，这是一个学术单位领导者调动下属人员思考学术问题积极性的一个基本方法。

Batchelor 教授甚至把组织这种类型的学术活动提高到一个学术单位领导者的基本职责上来。这都是一些很重要的问题，我们将在本文后面还会再度提到它。

实事求是两例

本节的实事求是是指对自己的估价问题。这方面的两个例子前面已经提到过：第一个例子是：他不隐瞒即使是在自己的学术领域里还有他不懂的东西。当我向他求教计算数学和编制计算程序问题时，他不怕向我坦承他也不懂计算数学和编制计算程序，这对一位应用数学和理论物理系的创办人和领导人而言是十分难能可贵的。另一个例子就是他也敢于肯定自己的成就，谈到他自己的成就时，一点也不扭捏作态不好意思。当他知道我以前只在 50 年代北大上学时，学过一点前苏联学者库兹涅佐夫为工科大学生写的流体力学教程的时候，他断然向我提出，这不行。以这样一点流体力学的基础，是无法胜任我当时在剑桥的工作的。为了能跟上时代的发展，我必须学一学他在 1967 年写的《流体力学导论》。在我学了以后才懂得他这本书确实是流体力学教科书领域里一个划时代的新发展，这已有国际上的公认。大家都承认 Batchelor 教授的这本书是每一位现代流体力学工作者必读的参考书。孔夫子说过：“知之为知之，不知为不知，是知也”。能够做到这一点是很不容易的事，特别对于一位学术大家而言。可是 Batchelor 教授却能做到这一点。在和他有关的知识领域，他即不神化自己，也不矮化自己，他才是一位在流体力学上有真知的学术大家。

长篇大论地节引这篇纪念文章的目的，就是提供一个启发我们思考的角度。看起来提倡民主，避免学术独裁，在中国的文化背景下，是不简单的问题。一个办法就是法制，把民主的思想和体制变成制度，固定下来，谁也不可违犯，也许是一条可行的路子。再一个

就是把民主的思想贯彻下去，形成文化定式。民主生活会也是好的形式，把自我批评和批评变成研究所的工作制度，所领导一定要过自我批评这一关，要通过不断的学习提高自己的修养。

其次说制度建设的问题。研究所的制度建设是重要性不亚于试验平台建设的基础性工作，通过制度建设，把好的做法沉淀下来，就是一笔可观的财富。要法治，不要人治。法治的基础就是科学合理完善的制度体系，也是一个大学问。我们坚持了十年的制度建设，今后要继续坚持下去。制度化实际上就是科学管理的有效办法固化下来，提高工作效率。制度的建立要民主讨论，这样就实现了民主管理。制度的建设是逐步完善优化调整的，不是一成不变的。关系到群众利益的制度有哪些呢？奖励分配制度，学术成果的享有制度，研究生的招收和分配，管理人员的任用，科研项目的申请和负责等等，总之群众关心的、对教学科研有实际影响的那些做法都要制度化了来实行，这样自然就民主公正公开了。制度是否合理大家都有发言权，都可以根据运行情况予以客观评判。制度要有科学性，要符合管理科学。关系到教学科研效率的一系列制度，都要不断地优化，提高其效能。比如说，我们的科研项目管理制度，目前来看适合于工程项目管理，不适合基础研究的管理，那么就要修订制度，适应新的发展形势。

通过民主和制度化管理，继续走通过管理创新促进科学技术创新和人才培养创新的路，是我们选择的道路。我相信这是一条稳健的道路。

谈到了民主，顺便谈一下基层党组织应该发挥的实际作用。要发挥统一思想的作用，发挥民主建设的作用，发挥政治理论素养提高的作用。比如说科学发展观的学习和贯彻，我认为是切实地符合我们当前的实际工作的，这方面基层党组织是要发挥重要作用的。

八、研究方向的稳定和创新的关系

大学里面创新的口号标语到处都是，所以需要好好地研究一下这个概念的内涵。

创新一词在我国出现很早，《魏书》中有“革弊创新”，《周书》中有“创新改旧”。《广雅》：“创，始也”，所以创造不是后造，而是始造。创造和仿造相对。通常说创造，

含有造出了一个前所未有的事物的意味。说创新，大致有两种意味。一种意味是创造了新的东西，这和创造实际是同一个意思。另一种意味是本来存在一个事物，弃用或破坏掉它，造出一个新事物来代替它。在这种意味下，创新中包含了创造。但创造不可能凭空而起，新的创造一般是建立在原有的事物或其转化的基础上，包含了对原有事物的继承和发扬，因而创造中又包含了创新。人类的创造创新可以分解为两个部分，一是思考，想出新主意，一是行动，根据新主意做出新事物，一般是先有创造创新的主意，然后有创造创新的行动。在西方，英语中 **Innovation**(创新)这个词起源于拉丁语。它原意有三层含义，第一，更新，就是对原有的东西就行替换；第二，创造新的东西，就是创造出原来没有的东西；第三，改变，就是对原有的东西进行发展和改造。总之，创新是指人类为了满足自身需要，对事物的整体或其中的某些部分进行变革，不断拓展对客观世界及其自身的认知与行为的过程和结果的活动。

科学研究就是要创造新的知识和技术，需要“日日新”，这是从具体研究课题的微观层面上说的。如果站在研究方向的层面上说，就需要辩证地处理。研究方向是比研究课题“尺度”更大一些的事物，所以其变化的周期就会长一些，这是物理上的一个相当普遍的原理，空间尺度和时间尺度的关联性。所以，研究方向就不可能“日日新”。一个研究方向必须有相当长时间的稳定的积累期，才能够建立起足够先进完善的基础条件，足够的研究经验和能力，足够的学术声誉和影响，才能够有好的科研效率和好的经费来源、人才来源，才可能达到一流的水准。所以研究方向既要创新又要相对稳定，这就是一对矛盾。

科研方向的创新是绝对的稳定是相对地的。科研方向的更新常见的有两种模式，渐变和突变，都是量变到质变的基本方式。渐变的形式是一种逐步掺入新的内涵的过程，发生于日常的科研过程中。突变的方式是一种革命式的巨变，常常引起强烈的震动，所付出的代价也是很大的，这时新方向的建立意味着旧方向的废止，设备、队伍等等诸多方面经历毁灭性的剧变，成本高昂，往往令人望而却步，犹豫不决。这时往往需要在科学评估的基础上痛下壮士断腕的决心，当断不断，则错失良机。经历研究方向的革命后，一定要休养

生息足够长的时间，稳定发展，把革命所砸碎的坛坛罐罐再重建起来才行。想起来，这和社会的革命何其相似？

我们这些年是走了一些弯路的，所以才要总结经验教训。有了新的思路，头脑迅速发热，缺乏慎重的判断，规模放大过快，导致后期有问题不可持续下去，或者缺乏和现有基础的资源共享关系导致新方向的成本过高（各种资源占用），或者和整体的研究布局或学科性质存在格格不入之处。总之，新方向生得快灭得也快，白白浪费了很多时间和资源。故此，我们才提出来一个做法，叫做“育苗室”，尽可能降低新方向上马的风险和机会成本（Opportunity Cost）。例如，青年人的成才过程中，人的年龄区段和研究方向的“工龄”之间有个匹配的概念。社会上选拔人才的评价体制里常有年龄段的划分，也许不尽合理，但这是现实，研究方向的改换，如果是突变型的调整，往往会有3-4年的潜伏期，基本上没有可见的产出，可能会错过一些重要的晋升节点，这就是不得不考虑的一种昂贵的机会成本。这是耐人寻味的。

九、是和非的关系

毛主席在论十大关系的文章里专门讨论了是和非的关系，指出必须建立是非的原则，要分清是非。时代变化了，总多多少少有些是非的界限在模糊的感觉。在原则性的大是大非面前，必须有清楚的界定，不可糊涂；在非原则性的具体问题上，由于事物的多面性和复杂性，允许也必须有一定的灵活性；有些小事，与其纠缠不休地非要争论个对错出来，不如宽容一些，交给时间评判。工作中搁置一些不紧要的争议，是一种很重要的办事技巧，否则就会被小事情挡道，寸步难行。这是一位长者告诉过我的话。

增进团队的团结是一定要坚持的原则。破坏团结的行为是一定要斗争的，但团结不是一团和气，不是不提意见，更不是是非不分地和稀泥。有不同意见要公开地或者当面地交流和沟通，要善意批评，不要恶意攻击，也不要阳奉阴违。引用毛主席的话：“对犯错误的同志不给帮助，反而幸灾乐祸，这就是宗派主义。好意对待犯错误的人，可以得人心，可以团结人。对待犯错误的同志，究竟是采取帮助态度还是采取敌视态度，这是区别一个

人是好心还是坏心的一个标准。”事情的是与非要和人的是与非分别对待，一事错误不等于事事错误。要允许犯错误的同志认识错误和改正错误，不要一棒子打死人，犯错误而后改正错误的同志也是必须去团结的好同志。“惩前毖后，治病救人”的方针，我们必须坚持。

坚持科学精神，坚持实事求是，反对弄虚作假，是一个一定要坚持的原则。从事科学研究，没有实事求是，那就失去了最起码的基础。现在社会上弄虚作假的坏风气已经侵蚀到了学术界和教育界，这是我们必须提高警惕严密防范的。为此要在学生的日常教育中，加强科学精神的教育，建立健全实验数据的备案制度、学术论文投稿的签字审查制度等。

坚持民主，反对独裁，是一个一定要坚持的原则。民主才能够真正地实现团结，才能够发挥出团队的活力和效率，才能够集思广益，减少决策风险；邓小平同志说“调动积极性是最大的民主，至于各种民主形式怎么搞法，要看实际情况”。这可以说是对坚持民主的一个管理学视角的诠释。从学术视角讲，要坚持学术平等，反对学术霸权，是保持团队学术创造性的一个根本条件。

坚持节约，反对浪费，是一个一定要坚持的原则。开源节流，才能够有效利用我们的资源，更好地做事情。坚持节约，就能够把现有条件不能办的事情做起来。我在南航访问，看到他们的几个课题组建极其简陋的条件下坚持十余年，在脉冲爆震发动机方面做出了突出的成绩，过去只知道他们的突出成绩，但是不知道是在如此艰苦的条件下完成的，给了我极大的思想震撼。我们有比较好的科研条件，仍然要坚持节约，要少花钱多办事。要树立节约光荣，浪费可耻的风气。

坚持公私分明，反对以公谋私，是一个一定要坚持的原则。我不大张旗鼓地提倡大公无私，这是一种崇高的境界，值得我们学习。在实际工作中，我们具有现实可操作性的原则是公私分明。要尊重个人的利益，但是不可公私不分，这是个原则。丢失了这一条，就失去了团队的存在基础，失去了团结的基础。

十、自力更生和对外合作的关系

我讲过一个科学研究要置身于科学社会的开放系统的观点。开放系统观点的核心在于重视组织与其环境相互依存的关系上，强调组织必须适应和应付其内外部环境的动态变化。当今的科学社会信息沟通如此便捷，封闭、独立的、自给自足的旧系统不复存在，也没有任何的生存空间。尤其是对我们国家的实际情况，科学技术和发达国家还实实在在地存在落差，对外开放，对外合作就更加必要，更加迫切，科学世界的非均衡发展提供了互补合作空间。开放的组织才能适应环境的各种变化，并充分利用环境提供的各种可能的 **Low Cost** 资源。用商业思维来看，科学世界存在普遍的不平衡发展，国家的不平衡，领域或学科的不平衡，等等，均构成了优质的开放资源，若合理利用，可获得巨大的学术效益。

学术交流是对外合作的最基本的形式，通过交流实现知识和信息的共享，就是一种合作。通过交流学术传播自己创造的知识，获取别人创造的知识，我们的创造性得到启发，知识缺陷得到弥补。一个实用的经验，我之所以在国内能比较快地被学术界接受，其中一个秘诀就是：做好每一次报告，开好每次会议，我每次把学术报告都准备得很好，给人留下比较深刻的印象，没有浪费每一次获得科学世界认同的机会。“问渠那得清如许，为有源头活水来！”

昂贵的奇缺设备的共享也是一种合作。我们在会议上认识了从事燃烧化学研究的同行齐飞教授，对他研制的基于国家同步辐射实验室平台的高灵敏高分辨飞行质谱分析技术赞叹不已，于是开展了基于此平台的科研合作，独一无二的紧缺资源得到了共享，从微观角度大大提升了研究的深度。

人员的交流访问是收获最大的合作形式。人是思想的载体，文化的载体，感情的载体，成功的短期或长期学术访问效益很大。一次成功的合作的最主要的标志就是交了一个有真挚感情的新朋友！为此，跟每个新朋友相处都要认真。以文会友，游而学之，不亦乐乎？听君一言，如饮甘露，不亦乐乎？助人为乐，四方皆朋，不亦乐乎？犄角之势，遥相呼应，不亦乐乎？不求所有，但求所用，不亦乐乎？他山之石，可以攻玉，不亦奇乎？让学术交流成为一种快乐的生活方式吧！

交流合作要遵守一个公式：输入=输出。要乐于做贡献，不要占便宜；要有让合作者受益的理念，要有让合作者先受益的气度。合作的收益来源于分享互补合作产生的额外效益。要乐于做学术界的公益事业，优先获取的信息就是最大的效益。

关于对外合作谈了如此多，那么，如何理解学术上的自力更生呢？在此，引用一位朋友的博文来说。节引中科大物理学院刘万东教授博文：中科大杨国祯院士言，“瞄准一流者，或出二流工作，瞄准二流者，或出三流工作，何一流成果出哉？治当前不入流者”。学者从学，趋热点，常情也；热点文章易发，引用亦频，于是当者常迷，洋洋以为不凡，颇类传销取财之态也。若一流者，开拓也，自无古例，必非热门，常偏僻之地。故缜密选地，恒之，可望有石破天惊之获也。校园内，若能养此冷静之士，不歧视，一而贯之，方有竞一流之资本也。如何才能做到治当前不入流者？非自力更生，独立思考，独立探索不可！非此不可能有自己的特色。

最后的话，实在写不出比毛主席更简要精辟的语言来，稍事改动照搬如下，也是我们重读毛著的一个机会：

一共讲了十点。这十种关系，都是矛盾。世界是由矛盾组成的。没有矛盾就没有世界。我们的任务，是要正确处理这些矛盾。这些矛盾在实践中是否能完全处理好，也要准备两种可能性，而且在处理这些矛盾的过程中，一定还会遇到新的矛盾，新的问题。但是，像我们常说的那样，道路总是曲折的，前途总是光明的。我们一定要努力把一切积极的因素，直接的、间接的积极因素，全部调动起来，更好地履行我们的教书育人创造知识的职责。

（吴锤结 供稿）

美国本科通识教育：让学生生活更有意义



通识教育源于古希腊的自由教育，又称“通才教育”。它是指非专业性、非职业性的高等教育，旨在培养学生的综合素质，使学生在道德、情感、理智等方面全面发展。

通识教育的核心在于培养人的整体素质，而并非培养人的某一领域的专业知识。它强调整合不同领域的专业知识；重视培养人的思维方法及敏锐的洞察力；强调对不同文化的了解；同时也重视人的情志的培养等。

美国大学的通识教育有着上百年的历史。从1828年被称为第一次“通识教育”运动的《耶鲁报告》提出的“文雅教育”，到第二次“通识教育”运动中，哈佛大学校长罗尔推行的“主修制度”，直至今日，美国大学仍在不断检讨中完善其通识教育。

教育课程

美国大学本科的通识教育源于美国文化的多元性和教育的多样性，其课程主要包括人文、社会、自然三个方面的内容。目的是向学生传授广博的知识，使学生能够在现实生活中生活得更丰富多彩，更有意义。美国大学通识教育的课程设置在不同学校各有差异。由此，

有人指出：没有一个完美的通识教育课程能适合各种各样学生的才能和习惯。

以哈佛大学为例，哈佛大学的通识教育有着悠久的历史。在近四个世纪的发展过程中，历经了五次较大的通识教育改革。新世纪的哈佛大学通识教育主要强调培养学生的反思和批判精神、科学意识、知识的整体性、国际化视野以及学生对未来生活的准备等。基于这一理念，哈佛大学开设了下列通识教育课程：审美学的理解；文化与信仰；以实验为依据的推理；道德推理；生存方式的科学；客观世界的科学；世界中的各种社会；美国与世界。

此外，哈佛大学鼓励教师以课堂活动为主，充分发挥学生的主动性、创造性；而且要求学生提高除了英语以外的另一种语言能力，尤其是这一语言的交际与写作能力。

再比如，夏威夷太平洋大学的通识教育课程包括三个部分：通识教育的普通核心课程，两门跨学科必修课程和高级通识教育课程。其中，普通核心课程包括15门必修课。这15门必修课又分为：交际技巧；全球体系；科学研究；价值与选择以及世界与文化五大类别。两门跨学科课程是：数字信息系统的读写能力；艺术、审美和创造性。高级通识教育课程主要是关于科研、写作和公民权利方面的课程。

美国大学通识教育学分也因学校的不同而不同。但总体而言，各大学通识教育学分一般不少于35学分。据调查显示，美国大多数大学的通识教育学分为45学分。其中技艺或技巧占15学分，包括演讲与写作9学分；量化分6学分。知识范畴占30学分，包括健康与身体活动3学分；自然科学9学分；艺术6学分；人文学科6学分；社会与行为科学6学分。

教学方法

美国大学通识教育的教学方式大致分为四种。一是课堂讲述。主要以教师传授和讲述为主，当然学生也会发言和讨论，但就整体而言，是以教师言论为主。二是小组讨论。通常在课堂讲述之外，另设有小组讨论，尤其是采取大班授课方式者，常辅以此种方式。三是研习发表。事先分发研读资料，并将全班学生分组或以个人为单位，开学前第一、二周内分派指定好各组或各人负责部分，依次担任主角轮流报告。四是独立研究。学生个人或少数几个人，自行拟订研究主题和纲目，在教师同意后，进行独立研究。定期或不定期与指定教师研商讨论，期末时交研究报告。

在以上这四种教学方法当中，研习发表的目的是为学生提供一个在某主题下与教师密切接触的机会，一般一年级新生就开始参加教师主持的学术研讨会，大多是关于自然科学中的跨学科研究课题。而且，这类研讨会不是一次性的，它刊列在正式课程目录中，按学期进行。

美国大学通识教育教学方法的主要特点是以学生为主体，充分发挥学生的主动性、积极性。无论在课堂上还是在课堂之外，学生都会积极参与学习及研究活动。以哈佛大学为例，哈佛大学有一套严格的评分方法，在学生成绩中，课堂发言占总分的25%~50%，而且，教学过程中不重视是否得出正确的答案，而重视得出结论的思考过程。因此，学生参与的质量将决定学生考试分数的高低。这种学习环境和氛围使学生可以全身心投入于同教师一起的讨论争辩中。为取得好成绩，学生必须发挥主动性，以发掘潜能，培养自己独立思考问题、解决问题的能力。另外，教师根据课程自身内容和授课对象的不同，还会适当调整教学方式，以调动学生的积极性，充分发挥教师的功能与特色。

主要特点

首先，美国大学的通识教育强调培养学生的学习兴趣和自主学习能力。目前，越来越多的美国大学强调学生主动地学习，而不是被动地、消极地接受知识。由于许多学院实施小班化教学，班级人数较少，所以更加有利于培养学生的学习兴趣。如写作、演讲等基本技能课程，大班上课会严重影响学生的学习效果，学生的学习也会陷入被动状态。因此，美国大学把这些课程的学生人数限制在15~20名。这样，学生可以得到更好的训练，老师也会更加有效地指导学生。美国大学每年有四周的独立活动时间。这期间学生可以在教师的指导下自主地安排自己的学习和研究活动；可以自主选择在校内或校外完成学术性或非学术性的学习题目。

其次，美国大学本科的通识教育强调基本技能的训练。如英文写作、口语表达、逻辑思维、批判思维等越来越受到重视。尤其是写作能力被视为通识教育计划中极其重要的技能，也是涉及面最广的方面。美国通识教育理论认为，写作就像肌肉一样，它能够通过反复练习得以加强，不用则废；写作不仅能够促进各个学科知识的学习，而且还是培养批判思维的有力工具。在哈佛大学、麻省理工学院、芝加哥大学、斯坦福大学、康奈尔大学、华盛顿大学、威斯康星大学等著名大学通识教育课程中的基本技能课程里，都包括了写作课程。

最后，美国大学本科的通识教育强调对全球各种文化的理解。经济的全球化使得美国大学更加重视对异域文化的研究。通识教育要求学生学习一门异域文化课程。这些课程包括历史、文化及不同的观念等。以哈佛大学为例，其核心课程之一是外国文化，共包括27门课程。目的是扩大学生视野，提供一种看待本土文化的新视角。首选内容是当代文化，尤其是当今亚洲、欧洲、非洲、美洲主要文化传统的代表，课程内容涉及各种文化体系的宗教伦理观、社会经济、政治体制、各种思潮、文学艺术成就，几乎涵盖了世界各地不同时期的文化和与文化相关的重大事件。有些学校，如哈佛大学等，甚至规定学生要熟悉一种非西方的文化。

通识教育是近年来高等教育，尤其是大学本科教育中备受关注的话题。美国大学本科的通识教育有着悠久的历史，普及的范围也很广。在美国各大学中，通识教育的课程设置、教学方法及学分分布各有不同。研究美国通识教育的主要特点，会为我国大学教育带来些许有价值的启示。

(吴锤结 供稿)

中青报：大学生给老师打分成“一分钟游戏”

一个故事让高等教育学者谭力教授痛心不已。

上个学年末，北京市某著名学府一名中文教授在年终评教的学生打分中，出人意料地居于末位，“这位教授在全国业内向来以治学严谨著称”。

近年来，作为对高校教师教学监督的一大重要机制，大学生评教制度在全国高校逐渐推广，然而一边是就业难和大学生的求学渴求，一边则是许多大学生监督权力的异化：要么敷衍了事，要么成为“变相筹码”。

记者在全国多所高校采访时发现，大学里的师生关系也由此发生一些微妙变化，一些老师为“邀宠”，上课内容不多，段子不少，课堂气氛嘻嘻哈哈，而要求严格的老师反而很受伤。

让谭力教授忧心的是，这样的评教反而损害了教育的价值和严肃性，“老师是最先的受害者，学生则是最终的受害者”。

“一分钟游戏”：大学生虽然对一些老师不满意，但在评教时又敷衍了事

听说成绩出来了，刚刚放假回家的上海高校大三学生晓静赶紧登录校园网，打开“教务信息系统”，在点开“成绩与重修查询”后，评教页面弹了出来，这是查询学科成绩前的必经程序。

鼠标在“啪啪”声中沿着“A”飞速下移，不到一分钟，晓静把10多道选择题全部答完，点击“确定”，重回成绩查询系统。看到这门考试自己顺利过关，晓静松了口气，又开始下一门课的查询……

回忆起第一次评教，她比现在郑重多了。

那是大一的第一个期末，班主任拿来一堆表格，全班同学封闭起来，填写对刚上完课的各科任老师的评价。晓静一条条认真看完所有选项说明，有时还会在一个小项等级 A 与 B 之间犹豫半天，最后还写下数百字的个人感受和建议。

但让她意外的是，自己期待的改变并没有出现——那位社会活动频繁的老师上课仍然喜欢接手机；打扮时髦的女老师依旧机械地翻动 PPT，整堂课保持一个声调地“念经”让人昏昏欲睡……

和晓静有相同感受的同学不在少数。当不少大学生认认真真满怀期待地填写完对老师的评价和建议后，老师身上频频出现的痼疾让他们最终收获的只有失落和绝望。

高校由此出现一种怪现状：一方面很多大学生对一些老师不满意；另一方面却又敷衍了事，“慷慨”打出高分。

天津大学的一份调查给这种现象写下注脚：2008~2009 学年的第二学期，天津大学全校教师在“学生评教”中的得分绝大多数在 97 分以上，80 分以下的只有一人。在该校“校领导接待日”里，天津大学校长龚克与学生对话说，这个结果让学校感到很“为难”，因为既要以此评价教师，“又不敢用”。

“如果老师不是太差，我们也不想多‘挑刺’，成绩出来后再给他打低分或提意见也没多大意义，这是一种滞后的监督。”北京某高校新闻专业大四学生赵亚平说，身边同学大多把评教看成是校方的一种“亲民”形式，只有平时给分较低、喜欢“折磨”学生的老师遭人记恨，才会得“中”或“差”。

赵亚平说，现在很多同学心态都很平和了，并非不在乎教学质量与评教结果，就业这么难，大家都想学到一点真东西，只是满腔热血的批评意见往往“如石沉大海，连个响都听不见”，再打分时自然不想浪费时间。学校刚开发出的查询成绩前必须打分的系统也就变身“一分钟游戏”——不用看选项说明，一般都打 A，偶尔打一两个 B，免得人说，一分钟就可以搞定了。

有时候赵亚平甚至还会帮同学复制一份上交就行。

严师受伤：课堂要求严格的老师评教时往往得分不高

游戏化的评教一方面是流于形式；另一面则让人有些不安。

两年前的教师节，华中地区某高校化学工程学院蔡教授获得学校颁发的“教学优秀奖”。该奖项先由学院根据一线教师完成教学、科研工作量，同事、学生评价推荐至教务处，教务处汇总审核后，组织督导专家对推荐对象进行考察评审。

而鲜为人知的是，在获得该奖项之前的一学期，在该学院近 50 名教师中，这名教授的学生网络评教结果，名列倒数第二。

这个结果是该学院化学工程与工艺专业四个班 130 多人评出来的，当时蔡教授上《化工热力学》，并指导部分学生做毕业设计。

上过蔡老师课的学生大部分用到了“严格”一词，还有同学认为其“要求很多”，“上工艺学的时候让我们上课不准玩手机、不准睡觉、不准看报纸看小说。上蔡老师的选修课时，正好之后一门是电工课，作业很多，一些同学就在蔡老师的课上做电工学的作业，蔡老师肯定要批评。”

“跟蔡老师做毕业设计能学到蛮多东西，有一两次晚上七八点还让我从宿舍去学院改论文。”一名当年的学生感慨，现在回头来看，很多同学都很感激有这样的好老师，“那种严谨的态度对人的影响也许是一辈子”，但是当时绝大多数的人则会认为，“这样的老师就容易讨人嫌。”

无独有偶，在浙江大学材料与化工学院，教师吴慧也被打了一回倒数第二。吴慧是博士毕业后留校的，年纪轻轻可对学生要求蛮严。“每节课后会留作业题让大家做，上课想举一反三的时候，就点名让同学起来回答问题……”

还没结课时，大家私下议论到时候倒数第一的老师肯定是她，新学年很快有人就传出消息，“果不其然”。

被异化的评教带来诙谐一幕。胡晓（化名）是杭州某高校的老师，每到周末，几个朋友想休息放松下，叫上胡晓去游西湖、逛雷峰塔，但是胡晓不能去，他得陪学生一起玩，和他们打牌、吃饭，“和他们搞好关系，他们给我打的分高，我才能多拿奖金。”

存废之争：结果不公开，等于没评教

一年前，武汉一所理工类高校教务处对部分教师做过一个调查，其中一项就是网络评教。该校化学工程学院夏老师写的是一一方式很好，但是执行起来并没有达到预期效果。在收

取学院其他 10 多份调查表时，夏老师看到大部分表上关于该项有四个字——建议废除。

又到期末，老师们正面临学生打分这场考试。有人说学生评教必不可少，有人说学生评教流于形式。

在一片争议中，很多老师和学生发出了相同的声音：学生评教，必须确立更科学的评价方式。

华中科技大学别敦荣教授认为，最近 10 年内走上教学岗位的教师占到 60% 以上，学生评教对于这些年轻教师影响不小，虽然高校对学生评教寄予了很高的期望，希望从学生角度来看问题，但有学生给所有任课教师的平均分都接近满分，这样的评价自然就失去了意义。

同时，所有学科评价系统标准化，容易造成评价不公正的情况。评教时不同学科应该有不同的要求和评分标准，应更重视学生对教师的综合评价。

“评教应让学生多做事判断，而少做价值判断，几节课结束就让学生对老师的师德下结论是不合适的。”比如设计“老师是否教书育人为人师表”这样的评选题目就很欠考虑。

谭力教授力主评教结果公开。

从事高教研究多年的谭教授介绍，学生为老师评教，眼下已是各高校普遍实施的措施，目的是鼓励高校教师多用点心思在教学上。可是评教的结果，却很少有学校愿意在学生中公开。

结果不公开，等于没评教。在国外不少名牌大学学生对教师的评价结果都是公开的，学生可以查到任何一位教授在学生中各方面的评价，“学生是教育的消费者，评价教学是学生的权利，而且学生也最具发言权。”

在他看来，评教结果公开的前提，是所有教师都把教学当成自己最重要的任务，全身心地投入教学，这样评教结果才可能起到积极作用。

同时，谭力教授认为，评教的终极目的，不应该是一种简单的形式评价，更应该关注教师给与学生的知识积累、思想沉淀、未来发展，“是一种教育的理想和付出”。

在大学生“游戏”评教的悖论背后，“我们更该反思的是，今天的大学应该给孩子们什么？”
(吴锤结 供稿)

科学时报：学分收费制，让人欢喜让人忧



● “目前我国大学几乎是统一价格的学费，这是不合理的。不同学校、不同学科的收费应该有所不同。”

● “影响学分制在国内高校推行的核心因素有两个：有没有真正重视教学和有没有真正扩大学生的教育选择权。”

● “实行学分制是改革的正确方向，但是一定要实行真正意义上的学分制，否则这个改革也只是换汤不换药。”

[科学时报 陆琦 陈彬报道] 北京市教委日前表示，高校按学分收费的方案已制订完毕，进入审批程序，最快今年新学年全市高校开始实施。市教委有关负责人透露，按学分制收费将广泛听取社会意见，待物价部门审批后，在全市高校推广。

“我觉得这个制度挺好的。”北京师范大学大三学生小陈认为学分收费制对学生而言是件好事，“意味着更大的自由，更能体现大学的精神。”

从报纸上获知该消息的北师大大三学生小刘也认为，按学分收费对学生是有好处的，“比较公平，而且弹性学制也为提前毕业创造了条件”。

学分收费制究竟能够带来多大的好处？这些好处在现实中能否兑现？实行起来存在哪些困难？又应该与之配套进行哪些改革呢？

学生：好处多多

“按学分收费，对学生来说，确实好处多多。”21世纪教育研究院副院长熊丙奇分析，学生们不仅知道学一个学付出多少费，学一个学分，付一个学分的钱，不再像以前按学年打闷包；而且，也可学完相应的学分，就拿到学位，既可每个学期多学学分，提前毕业，也可每个学期少学一些学分，多在校园里呆几年。同时，在新的收费体系下，校际修读也更能对接，只要学校间学分互认，学生交钱就可修读。

“我校目前并不属于试点，但这一制度如果得以推行，我们肯定会积极参照执行。”北京化工大学教务处处长姜广峰支持学分收费制的实施，“因为这对学生是有好处的。”

他表示，目前在国内高校中，即使学校、专业有差别，但学生所缴纳的学费并没有太大差别。如果按学分收费，学校规定学生毕业需要的总学分和每个学分的费用，学生修满一定的学分之后便可以毕业。学制也由原来的固定学制变为弹性学制，学生可以3年修完所有学分，也可以修4~5年。“在传统的学年制度下，学生如果重修一年，就必须多交一年的学费，但学分制则没有这样的顾虑”。

姜广峰还认为，这一制度更有利于复合人才的培养，学生选课会更加自由，可以按照个人需求选课，学校也会对教学计划进行调整。以化工专业的学生为例，如果将来想做化工方面的科研，可能一直念到博士；如果不想作研究，而更倾向于从事管理或产品营销的工作，

就可以选一些管理方面的课程。

中国人民大学经济学院教授顾海兵也赞同学分收费制对学生是有好处的看法：“每个学期选多少学分，可以学生自己做主，学生有了更多的选择权。”他还建议，如果不是按学年收费，而是按学期甚至按月收费的话，可能对于中低阶层收入家庭的学生来说有一定好处，可以分解经济压力。

学校：有些麻烦

对学分收费制表示支持的同时，小刘担心“这个制度实施起来可能有一定的难度”。

其实，小刘的担心不无道理。姜广峰告诉记者，按学分收费会给学校的教学管理和财务管理带来一些“麻烦”。

事实上，学分收费制是近几年多所高校教务处一直在呼吁的。姜广峰在教务处的这几年，也一直在做相关的准备工作。“我正在准备的新培养方案，也是让学生在基础课修完之后可以比较自由地选课。我们还在与周边的高校联系，使学生可以到周边高校选课，并按学分缴费。”姜广峰说。

此外，姜广峰指出，按学分收费会给学校的财务管理带来一定难度。按学年收费，学生一学期的学费在新学期注册时就交齐了。一旦实行按学分收费，就必须考查每个学生每学期选课的学分，以每个学分200元为例，如果学生选择15个学分，校方就必须确定学生是不是交够了3000元，而每个学生的具体情况又是各不相同的。“尽管有计算机的帮忙，这项工作的工作量依然庞大”。

可能正因为那么“麻烦”，所以这项受学生和老师欢迎的国外早已有之的制度，迟迟没能在我国全面推行。“按原有的学年收费制，大学生缴纳学费更加简单，很多人也都不愿去改变这种现状，因为改变就意味着要做大量的辅助工作。”姜广峰有些无奈，“随着高校对复合型人才培养的日益重视，相信越来越多的学校会在制度上进行更多的改变。”

一个学分：要价几何

学分收费制作为一种新的收费制度，难免有人担忧高校会不会借机涨价。对此，北京市教委的精神是：执行学分收费制的高校，在相同的情况下，学生的学费不会高于按学年收费所需缴纳的数目。

在姜广峰看来，学分收费制更加合理、更加细化。“高校的教务处每年要接受市级和区级物价局的检查，对每项收费都有非常严格的检查。而一旦这一制度得以推行，相关的教育行政部门也会根据课程、专业的具体情况，综合考虑一个学分所应该收取的费用”。

那么，一个学分究竟应该收多少钱呢？按照北京市教委的方案，单位学分的收费标准将根据学校的培养成本、教学成本等进行测算。熊丙奇认为“这一思路很好”，但同时他也提出疑问：学校的培养成本、教学成本怎么算？

“现在高校的办学开支十分巨大，不少高校由于征地盖房已经欠下数亿贷款，是不是几百行政人员每年几千万的开支，以及每年数千万的银行贷款利息，也要折合成培养成本、教学成本？”熊丙奇说，“在按学年收费时，这一问题就没有得到妥善解决，现在进行单位学分标准制订，如果成本核算的标准不清晰、过程不透明，不免让人担忧。”

除了收费标准要公开、透明外，顾海兵认为还要进一步“细化”。他说：“目前我国大学几乎是统一价格的学费，这是不合理的。不同学校、不同学科的收费应该有所不同。同样一个学分，哲学和化学的收费显然不应该相同，因为成本不同。”

如果按学分收费，不同学校、不同专业的毕业总学分又各不相同，就会导致学生需要缴纳的学费不相同，姜广峰担心“这会对选择学校或专业产生干扰”。

这也正是小陈所担心的，“一些比较好的课程或‘牛’教授的课程，可能会比较贵，就会导致家庭条件较好的学生占用更多更好的资源，而家庭条件不是很好的学生则只能无奈地选择相对便宜的课程”。

因此，姜广峰建议，相关部门应该制定一个不同学校之间的收费参考标准，起码在同一个专业内，学分标准应该是基本一样的，比如化工专业都在170学分上下，留出一点浮动空间，供不同学校根据自身具体情况进行调整。

学分制：形似更要神似

相比我国大学按学年收费，在发达国家按学分收费已是一种成熟的做法。顾海兵将其比喻为在饭店点菜，“点一道菜就交相应的一笔钱，而不是像大锅饭似的混在一起一年交多少钱”。同样的学分，不同的学校收费标准是不同的，通常一个学分数百美元不等。

顾海兵特别提到，和学分收费制密切相关却不是一个概念的学分制，“我们早已开始实行，也是从国外‘拿来’的，不过可惜的是，‘形似而神不似’”。

他说，因为中国大学的课程结构与西方发达国家的大学相比，有质的区别。有研究结果表明，发达国家的大学在整个课程设计里，选修课所占的比重基本上在70%左右，而我国大学的必修课占到总课程数的80%，甚至更高。“就相当于去饭店点菜，10个菜里有8个菜都是强制你吃的。如果实施学分收费制不是以课程结构的变革为前提的话，这样的学分制有什么意义？”顾海兵认为，在必修课比重这么高的情况下，学分收费制无所谓好也无所谓坏，有点儿形式的价值，却没有实质性的内容。

熊丙奇也指出：“如果按学分收费，而大学不实行学分制，其本质还是按学年收费。”据他观察，一些早前号称实行按学分收费的学校，每到学生新学年报到时，同一院系每个同学的缴费几乎完全一样，原因是，“必修课占了绝大多数，选修课只是点缀”。

在国外，学生进入高校后，有不少是不分专业的，学生可以在学校的选课平台上自由选择，而学校所提供的课程也特别多，这就给学生创造了特别大的选科、选课的自由度。学生可以自主地选择学科、选择课程、选择老师、甚至选择学习时间。“学习时间上并没有严格的学年限制，并没有所谓‘弹性学制’的概念，弹性学制实际上还是以学年为主。”熊丙奇说，“我们的学分制，其实是学年学分制，基本上只有学分制的概念，没有学分制的实质。”

小刘对这一点深有体会：“有些必修课只有在某个特定的学期才会开，提前修也修不了。”所以目前大学生想早点把课修完，提前毕业，没那么容易。

据熊丙奇介绍，从上世纪90年代起，我国高校就已经开始了对学分制的实践，学生如果拿到足够的学分，理论上就可以提前毕业。但实际上，由于选修课程有限、必修课特别多、师资力量跟不上、校内资源无法满足等一系列原因，我国高校的学分制只能流于形式，大部分学生还是按学年来管理。目前国内任何一个地区的任何一所高校，都没有实行完全学分制，而是一种“学年学分制”。

“按学分收费的好处，其实是完全学分制的好处，没有完全学分制，学生的自由选科、选课、选师、选时大都只是口号和形式。按学分收费，就变为折腾。而实行完全学分制，要求大学提供大量的选修课程供学生选择，完全打破以学年为主的学籍管理，对教室和宿舍资源都进行重新调配。”熊丙奇说。

改革：没那么简单

在熊丙奇看来，影响学分制在国内高校推行的核心因素有两个：有没有真正重视教学和有

没有真正扩大学生的教育选择权。

由于目前大部分国内高校不是以人才培养为核心，而是以科研为核心，所以在课程设置、教材优化、教学模式改革上用功不够，也导致了教学质量不是特别令学生满意。“如果要实行完全学分制，就必须开设大量的课程，这也就意味着教师要在教学上付出更多的精力，学校也要在教学上投入更多的资源。”熊丙奇说，“但在目前的管理体制下，高校教师是不太愿意在教学上花过多精力的，学校也不愿意花费过多的资源投入到教学中，所以制约了整个课程的数量和选择空间。”

同时，熊丙奇指出，国内高校的专业、课程设置的自主权不是很够，很多课程都是政府的“规定动作”，导致留给选修课的空间十分有限。

除此之外，熊丙奇认为，还要考虑大学内部的管理，“究竟遵循的是以学生为主的服务意识，还是以管理方便为主的意识”。因为一旦在正确的管理模式下，学校的实验室、图书馆，甚至食堂，都需要全天候运转——课程多了，学生可以充分选择，所以可能早中晚都要开课，这就要求学校的管理模式作出重新调整。

“完全学分制的改革是全新的人才培养模式以及大学管理制度的改革，而不仅仅只是课程与学分的简单置换。”

熊丙奇认为，从目前国内的教学资源和管理体制来说，完全有可能实施学分制，但问题是高校是不是真的愿意去做。他说：“其实包括学分制、研究生制度改革、自主招生在内的各种制度出现问题，都源于我们的大学不愿意真正去触及核心问题，因为触及这些问题，就意味着要重新制定对教师的评价体制、建立现代大学制度、促进教授治校……”

顾海兵则表示：“不要过高地估计这一动作的作用，现在最大的问题不在于这些属于技术细节的问题。”他认为问题的关键在于大学的自主权：“大学不应该只扮演‘被决定’的角色，像收费这类事情本来就应该由大学自主决定。”

他还强调，因为目前必修课比重太高，大学对于每个学生每学期修多少学分也有规定，学分收费制的意义极其有限。“如果草率地动一动，就当做‘改革’，是做花架子，起不到实质性的作用。大树不动，树枝摇摇，没用”。

记者在采访中发现，教育专家们对于学分收费制都没有一个截然的肯定或否定态度，他们认为“实行学分制是改革的正确方向，但是一定要实行真正意义上的学分制，否则这个改革也只是换汤不换药”。他们呼吁：大学不能仅仅去作一些小方面的调整，更要进行一次

全面的教育改革。

正如熊丙奇所说：“任何制度的好坏最终都要靠制度的结果来评判。很多制度看起来很好，但在现实中，由于管理制度没有作相应的调整，出现很多新的问题。”

（吴锤结 供稿）

牛津大学教育理念及其启示



牛津大学是一所古老的大学。它因历史悠久、大师云集、人才培养和学术成就卓著、国际化程度高而享誉世界，同时它又是一所现代的大学，它以常人难以理解的智慧把中世纪以来的教育传统与现代大学教育理念融为一体，不断创造辉煌，在国家乃至世界政治、经济、文化、科技生活中均发挥了重要的作用，一直保持世界一流大学的地位而不动摇。

牛津大学在先进和独到的教育理念指导下，在保持大学精神、文化和气质相对稳定的同时，随着时代和社会的发展而不断变革，接受了各个历史时期时代潮流的冲刷和洗礼，其成功的经验对我国建设世界一流大学有着有益的启示。

一流大学应坚守精英教育传统

牛津大学在其发展过程中，在人才培养上一直秉承着精英教育的传统，始终以培养精英型人才作为培养目标而不动摇。根据这一传统，牛津大学在人才培养中采用学院制和导师制作为保障，培养和造就了一批又一批富有创新意识和创新能力的高级人才，长期稳居世界一流大学的位置，成为英国思想、学术中心。英国历史上40多位首相中，有29位是牛津大学的毕业生，著名的政治家、银行家、企业家和学者更是层出不穷。

在世界一流大学众多的标准中，培养出国际公认的杰出人才是最重要的标志。大学不光要出物质成果，更要出杰出人才。学生质量是大学水平高低的直接反映，只有培养出世界一流人才的大学才堪称世界一流大学。长期以来，我国大学空有造就硕学鸿儒之志，却没有明确具体的杰出人才定位。在建设世界一流大学的过程中，我国大学不仅应当志向高远，更要在教育实践中将培养杰出人才的目标落实到各个具体环节中去，尤其应当通过大学的基本制度来保证杰出人才培养，使杰出人才层出不穷。

牛津大学历史悠久的导师制和学院制是其培养精英人才的基本制度，导师制甚至被认为是牛津大学皇冠上的一颗耀眼的明珠。由于环境和条件的差异，我国大学难以实行牛津大学的导师制和学院制，但它们所体现的以学生为本和精英教育的理念却很值得我们借鉴。我国一些追求建设高水平包括世界一流水平的大学，将科研放在第一位，将教学放在第二位；将研究生教育放在第一位，将本科教育放在第二位，与牛津大学的教育理念与实践相去甚远。我国大学应当调整办学定位，正确认识本科教育在大学教育中的地位和作用，给予本科教育科学合理的地位，使其回归大学的核心地位。大学的优质资源首先应当用于本科教育，大学的基本制度应当围绕本科教育的需要来建设与改革，将本科教育打造成为精英教育。

大学的根本目的在于培养人才

牛津大学由中世纪沿用至今的校徽上写着“主照亮或启发我”（*Dominus illumination mea*），彰显出宗教对大学的影响，强调“启示”是知识和真理的源泉。牛津大学坚守绅士教育传统，重视教育的育人功能。牛津大学将育人功能置于大学的首位，科学研究服从且服务于人才培养。这是其人才辈出、引领风骚的奥秘之所在。

我国大学，包括一些以世界一流为目标的大学，在其办学主张中常常声言将人才培养放在重要位置，但在实际办学中，人才培养却成为大学诸多工作中的一项，而非各项工作的核心。所以从根本上说，人才培养在我国大学，包括一些以世界一流为目标的大学，仅仅成为众多常规工作之一。

牛津大学将人才培养工作视作根本任务，甚至将教师的科研工作放到寒暑假进行，以不影响教学工作，这一做法很值得我们思考。我国大学应当准确认识人才培养工作的意义，树立以学生为本的教育理念，建立学生工作的全员工作机制，在教学、科研和社会服务的功能定位上，将教学放在首位，集中各种资源于人才培养，尤其应当改变人才培养工作就是教务处和学工处的事情的传统观念，各部门都要担负人才培养工作的责任，每一个教职员工都要以服务学生为荣，着力解决学生生活、学习和发展中的各种问题和困难，帮助学生顺利完成学业，以健全的人格、良好的品德、发达的智慧以及公民的责任感和使命感走向社会，成为国家和社会现代化建设的生力军。

文化传统是孕育优秀人才的土壤

“牛津的历史就是一部英国史，西方文化艺术的每一次思潮，都可以在牛津找到一些痕迹”。牛津大学历史悠久，在 800 多年的演进中积淀了深厚的传统，铸就了一种特色鲜明的校园文化。尽管牛津大学的教育也曾出现过衰退和停滞的时期，但纵观其历史大势，有一种信仰贯穿了其数百年的兴替轮转，这就是对学术的景仰和对真理的孜孜以求。为此，牛津大学尊师重教，崇尚自由。

我国大学，包括一些目标瞄准世界一流的大学，不重视文化传统积淀，将学术置于行政的掌控之下，学术无地位，教师不自由，教师以升任行政职位为荣，学术本身不是目的，而是为了应付行政的要求和考核，教师和学术都围着行政和行政主管转。这种大学的教育是不可能孕育出独立精神的，也不可能产生优秀人才成长的土壤，更不可能产生优秀文化传统。这种状况必须改变，我国大学应当秉承大学的使命，将学术视作生命之所在，将追求真理作为教育的终极目的，大力培育崇尚学术的文化传统，构建行政服务且服从于学术的组织机制，从而形成优秀人才脱颖而出的良好环境和条件。

建设世界一流大学是我国经济社会发展的需要，也是我国作为文明古国和负责任的大国所承担的国际文化教育使命的要求。建设世界一流大学，不能单纯重视物质条件建设，还应当重视文化和精神建设。文化建设是一个长期积累的过程，不是简单的堆砌，不能急功近利，我国大学应当把握大学的本质，以大学的精神与文化为依归，在我国传统文化的基础上，主动吸收世界先进文化成果，建设特色鲜明的校园文化，营造一个有利于人才成长的文化环境。

加强国际交流是培养人才的重要途径

牛津大学是一所高度国际化的大学，来自世界各国的教师和学生在学习与交流中，在交流与合作中发展，广泛参与国际学术事务，使教育教学活动建立在国际多元先进文化基础之上，为培养世界一流人才创造了不可缺少的条件。我国大学重视国际教育与合作，但长期以来，存在派出人员多，吸引人员少；以学习为目的的多，以教育输出为目的的少的现象，造成我国在海外留学的学生和学者众多，但国内大学的国际化元素非常有限的局面。这种状况应当改变，尤其是在以建设世界一流大学为目标的我国大学，应当牢固地树立国际化教育理念，大力增强教育的国际化元素，包括教职员工的国际化、学生的国际化、课程的国际化、教学活动的国际化等，通过深层次、多形式、全方位的国际化教育，增强教育实力，提升教育水平。

国际化教育不应外在于现有的教育体系和环境，而应当是大学教育体系和环境内生的重要组成部分。国际化教育的基础在于学术的国际通融性，在于国际学术的可交流性和可合作性。尽管我国大学具有后发性，但与生俱来便不乏国际化教育，只是长期受意识形态影响，国际化教育属性未能得到充分的彰显。21 世纪的我国大学应当以学术的国际性为基础，大力拓展国际化教育，以我国优秀的传统文化为基础，融合世界各国先进文化，构建国际化教育应有的文化环境和氛围，促进教育的国际教育与合作，建设一个多元文化交融的、拥有跨国界学习便利的国际化教育体系。

(吴锤结 供稿)

游苏宁：建议将学术类期刊纳入非营利性公益事业实施管理

2010 年对于中国学术期刊业来说将是重要的一年。根据新闻出版总署的计划，这一年中国的期刊将迎来改革。作为中华医学会杂志社社长兼总编辑、中国科技期刊编辑学会副理事长的游苏宁对于中国学术期刊的未来有自己独到的见解。

科学新闻：目前国内有 9000 多种合法期刊，这些期刊现状如何？

游苏宁：目前全国有 9000 余份期刊，其中有三大集群，中国社会科学院系统、中国科学院系统和中华医学会。中国期刊数量号称世界第二，但是重复办刊现象严重，导致低品位学术期刊泛滥。

科学新闻：这些期刊在发展中存在哪些问题？

游苏宁：目前，中国的期刊中许多存在着刊出率高、论文质量低、杂志变厚、订户下降的现象。对于期刊来说最大的问题是没有好的稿源，好的稿源流失严重，越大刊越严重。

另外一点在于，目前国内的期刊存在各自为政的弊病。9000多份期刊分散在5000多家出版单位，集约化程度差导致中国期刊多而不强，大而不优。同时，由于政策原因，导致期刊的服务对象由读者转向作者。

科学新闻：出现这些问题的原因是什么？

游苏宁：在我看来由于国家政策导向的问题导致了目前的状况，所谓“长官意志，俗人得志，匹夫夺志”。也就是说，原因主要出现在国家的科研导向和管理体制上：

目前在各种考评和验收中，论文被看做一个很重要、甚至是唯一的指标。依据我们承担的相关研究课题来看，如果要完全满足中国迫于毕业、职称评定的论文发表需求，每年全国需要发表480万篇论文，而目前全国所有正式期刊每年仅能发表140万篇。大家都不得不发表论文，导致文章质量良莠不齐。

同时，由于对于国外期刊的崇拜，导致了大量好文章的流失。据了解，在单位对科研人员论文发表给出的奖励中，在国外期刊上发表和国内期刊的奖励相差甚远。比如，某医院对于在世界著名杂志上发表的论文给予每篇100万元的奖励，而对于在中华医学会的期刊上发表的论文给予1000元左右的奖励。所以好的论文肯定会首先考虑发表在国外期刊上面。

科学新闻：什么是好的学术期刊？

游苏宁：一本好的期刊应该包括三个条件：一是有好的导向；二是能够吸收到优秀的稿源；三是主编的人格魅力。

在我看来，期刊本身的作用应该是传播科学。作为专业的学术期刊应该是像一个沙龙一样，是学者之间进行学术交流的地方。学术期刊本应该是为一小部分人服务，大家根据自己的兴趣做一些研究，而现在由于政策导向的原因使得这些变成了被强迫的。而期刊也成为作者为评职称等而发表论文的工具。绝大多数期刊不再是“读者”的期刊，变成是“作者”的期刊。

我一直有一个观点就是，在数十万论文中只有几十篇真正能够让人心动。重要的不是论文的数量，而是论文的质量。可是政策非要我们发表论文，导致论文整体质量低下，作者抱

怨期刊薄而论文短，读者抱怨期刊里的东西都没有可读性。我一直主张办“双效双爱”期刊，“双效”是指社会效益和经济效益都好；“双爱”期刊是指读者和作者都喜欢看的期刊。

科学新闻：中国的期刊质量是怎么变成现在这个样子的？

游苏宁：在中国改革开放的早期，中国的期刊少而精。其原因在于当时国内期刊较少，合作性的研究成果较多。由于合作性研究成果投入很大，故文章质量较好。再者，当时写论文的人也没有现在这些评职称需要论文的顾虑。而在过去十年间，随着国际化程度的提高，很多国际著名期刊开始在中国设立办事处，如《自然》《科学》在中国都设有办事处。这使得好的文章更易流失。

科学新闻：在你看来，中国的期刊如何能够转变这种“质量差”的现状？

游苏宁：事实上，我做了20年的期刊从来没有觉得中国的期刊差劲。今天所谓的“期刊差”并不是真的说“期刊差”，而是成果差，以及政策的局限。并不是期刊差，而是中国的学者更多地将好的成果发表在国外期刊上。没有好的内容，这怪不得期刊本身。

对于中国期刊的发展来讲，我有几点建议：第一，相关部门应该实施非营利性公益事业管理，为科技期刊发展提供社会保障。在文化体制改革中，国家准备将绝大部分科技期刊归入“经营性文化产业”，窃以为不妥，建议国家将学术类期刊纳入“非营利性公益事业”实施管理。

第二，扶持重点，分层发展。将期刊分为两类：一部分是英文版的，向世界展示中国较强的一些学科。绝大部分的期刊应该立足于本土发挥中国的优势。

第三，加快科技期刊出版集团化和集约化经营的步伐。国家可选择一批办刊实力强，社会效益和经济效益好的期刊社，重点支持和培育科技期刊出版集团。同时，还应该重点建设中国科技期刊的数字化平台：在全球科技日趋数字化的今天，数字出版代表了21世纪出版业发展的方向和潮流，而中国尚缺乏科技期刊的国家级数字化平台；按照文化体制改革的要求，建设高端的精品科技期刊行业平台也迫在眉睫。

对于期刊本身而言，今后的努力方向在于加快报道速度，如中华医学会杂志社开始尝试开辟“重点号”以缩短出版时间，对一些优秀稿件甚至采用了审稿“绿色通道”。严格对论文进行把关，比如没有好稿源就应该准备将半月刊改回月刊。

新闻出版总署于今年开始学术期刊改革后，一些期刊会被关停并转，一些不合格的期刊面临关门，而只有这样才能让好的期刊得以凸显。而只要我们把期刊办好，我相信总有一天好的论文会大量回归。

(吴锤结 供稿)

谁在异化 SCI? 董健：没想到会变现在这样

南京大学原副校长董健教授讲述 SCI 的前世今生

2009年12月19日，国际学术期刊《晶体学报》官方网站刊发社论，披露来自中国井冈山大学的两位教师至少70篇论文是伪造的，决定撤销。

《晶体学报》这一国际学术期刊随之进入公众视线。媒体发现，井冈山大学教师之所以如此热衷在这份期刊上伪造论文，是因为这份期刊为SCI所收录。

SCI (Science Citation Index.)，翻译成中文为“科学引文索引”。能被SCI收录的期刊，其学术质量一般都较高。而能在这一期刊上发表论文，则是国内高校评定职称和博士毕业的重要依据。

把SCI纳入学术评价体系的做法，为南京大学首创。这个出发点善意的行为，为何最终走向尴尬？SCI该何去何从，中国新的学术评价体系又该如何建立？

这一系列问题，恰恰指向中国教育制度本身。

教授篇

“没有SCI论文，科研基金想都别想”

“从读博开始，我的命运似乎就和SCI联系在一起了。”南京大学物理系的博导兼教授黄新（化名）叹了口气。

如果发不出SCI论文，会有什么后果？

“那怎么行？”黄新条件反射般地回了一句。

“如果一篇发不出，肯定就申请不到科研基金了。”他解释，在申请基金时，其中就有一项极为重要的指标，那就是SCI论文的发表情况。在填写申请表时，必须写上原有工作基础，而此前发表的SCI论文便是最好的证明。

如果发不出SCI论文，那博导就惨了。“基金项目拿不到，没法继续给学生发工资。科研没法继续，想再招学生也不可能。搞不好，这个研究小组就要垮台。”每年能发表多少篇SCI论文、质量如何，这成为黄新每年的头等大事。

“SCI牵扯了我们太多的精力。”他举例说，每个研究领域都会有高尖端、难攻克的难题，但很多教授和博导都不敢去挑战——问题就出在SCI论文上。一旦进入这一领域，很可能好几年都没进展，更别提发表论文了。

“就算不考虑我们自己，也得为学生想想啊。”黄新无奈表示，如果学生没有SCI论文，压根毕不了业。

博士篇

“五年了，我还差一篇SCI论文”

如果倒回五年，林星（化名）说，他肯定不会选择读博。这个博士，他读了五年了。因为还差一篇SCI论文，现在还毕不了业。“我是脱产读博，工作没着落，老婆也没着落，压力实在太大了。”年过三十的林星，白发已在两鬓扎根。

林星是南京一所名牌高校的在读博士生，本该两年前就毕业了，可至今还在为论文纠结。“学校规定，博士必须以第一作者发两篇SCI论文，否则不给毕业。”一进校，脱产读博的他就没敢放松。他确定了一个研究方向，做了大量实验。两年后文章快结尾了，可有一天发现别人抢先将论文发了出来。“那一刻简直天崩地裂，这可是我两年的心血啊。”林星只能调整研究方向。林星后来发现，自己并非唯一倒霉蛋。

又花费了一年多的心血，林星的论文经两次修改后终于刊发。“太不容易了，单修改周期就耗费大半年。”

可是，林星的第二篇论文怎么也出不来。“可能岁数大了。”到了第五年，因没有第二篇论文他还没毕业。按规定，如果读博八年还毕不了业就得退学。

林星透露了一个数字，一般情况下，各高校几乎有一半左右的博士都会延期毕业，主因就是发表论文不够。“耗的时间越长，感觉压力越大。”林星说，博士没有医疗保险，住宿费还要按天计算。

前不久，林星参加了一场硕士生同学聚会。工作几年后的同学在事业上都有小成就，开着车、带着老婆孩子。可他至今还是个在读的穷博士：“早知道硕士毕业就直接工作了。”

董健：没想到会变现在这样

南京大学原副校长董健教授讲述SCI的前世今生

董健出去开会，总会有教育界人士跟他半开玩笑：“董教授啊，你们南大是SCI的始作俑者，你看看它现在成了啥样子。”

董健会笑笑，“开始没想到会变成现在这样子。”

董健是南京大学原副校长，SCI评价体系建立之初，正是在董健任内。

“这是整个中国教育体制的悲哀。”董健说。

受刺激的南大推出SCI

“教育有问题。问题不在教育。教育出问题是一个民族最大的问题。”

一个暖冬上午，董健坐在书房沙发上。这个74岁的老人，以敢于直言著称。在他看来，当时南京大学引进SCI学术评价体系，正是对当时不正常教育体系的反击。

那是在上世纪80年代中期，匡亚明时任南大校长。这位受人尊崇的老校长联合一批大学校长，给中央写信，建议在全国范围内确立5所重点大学，由中央出资，办成世界一流大学。

这封信受到中央重视并很快落实。但让南大深受打击的是，最后确立的名单中，却没有南大的名字。“当时中央考虑到地域方面的因素。”董健回忆说，华东地区已经有复旦大学入选，所以中央最终没有把南大纳入。

落选让南大深受刺激。“以后，南大还有什么优势，让我们可以与其他大学竞争？”上世纪八十年代中期，几乎每个南大人都在自问。

只有SCI不需要托关系

时任南大物理系系主任的龚昌德（后龚德昌成为中国科学院院士，中国著名物理学家）随后提出一个观点：搞基础研究，就一定要到国际舞台上竞争，要在国际性学术刊物上发表论文，要有SCI论文，要以此作为衡量物理系教师科研成果和水平的标准。这个想法，得到时任南大校长曲钦岳的支持，“要在科学论文的发表上体现我们南大的优势。”

SCI是美国费城科技情报研究所《科学论文索引》的简称，是国际上公认的、最具权威性的、对基础科学研究成果的评价体系。SCI收录论文数和它所统计的论文被引用次数，是国际公认的衡量科研人员和科研机构学术水平的重要指标之一。

在当时的南大领导看来，只有SCI，才是矫正学风的唯一办法，因为SCI没亲戚熟人，托不了关系。

在SCI体系中，南京大学终于找到了自尊。据《人民日报》2000年9月19日报道，南京大学从1992年起至1998年，SCI论文在中国大陆所有高校中连续7年雄居榜首；论文被引用数，从1994年起至1998年，连续5年担当“领头羊”；SCI论文10年总数也是稳坐“头把交椅”。

学术量化会酿恶果

“当时，大学知识分子心态都非常正，所有科研论文都是通过自己的诚实劳动获取的，这是SCI能取得正面效果的主因。”董健回忆。当时，南京大学通过SCI体系，推出了一大批知名学者，如龚德昌、吴培亨、陆谈等。但从1992年开始，SCI出现转折。

“这与中国商品经济发展有关。”董健分析认为，从1992年至1999年，应属于SCI逐渐恶化阶段。南大推出SCI体系后，北大、清华也相继推出SCI学术评价体系，最终，中国教育部“照单全收”，把SCI纳入对中国大陆所有大学的考核中来。

“一旦对学术量化，就会酿出恶果。”董健认为，教育部现在有一套完整的考核和评

价体系，如一名教授该出多少本书，发多少篇论文，一个博士生又该发多少篇论文。只要够得上数量标准，教授等头衔就能授予你。

所以，董健特别怀念以前的学术氛围。董健回忆，上世纪80年代，他是南大学位评审委员会负责人之一。有位教授想要申报博导资格，拿出一大叠书，评审团专家一看，这些书全是教材，学术质量不高，于是予以否决。

“但现在，人家出的书比你多，发的论文比你多，根据当前的评价标准，别人的学术水平就要比你高。”董健说。

SCI成了对老师的压迫

“如果说，SCI在上世纪80年代能促进学术水平的提高，那么现在，他已经完全变成了一种对老师和研究生的压迫。”董健说。

有学校不但把SCI作为评定职称和能否毕业的标准，还直接与经济效益挂钩。在这样的评价体系下，一些教师或研究生就会铤而走险，造假、剽窃……

井冈山大学的造假事件在全国并非个例，南京也多次发生教授剽窃论文的事件。其中，南京某大学教授原本是可以去参评院士的，但被同事揭发论文造假，院士资格因此被取消。

就在不久前，在南京大学的校报上，刊发了一位老先生的文章，呼吁要整顿学术之风。“他是有所指的。”董健说。

董健把2000年至今的SCI论文称之为“恶化阶段”。在董健看来，除非更改评价标准，否则无药可救。“现在的教育部，不是大学，却在办大学。有一句话在教育界很流行，所谓‘全国大学1000所，其实就教育部一所大学’。教育部制定了一整套游戏规则，也就是所谓的评价体系：哪个大学好，哪个教授好，不是由群众说了算，也不是由学生说了算，更不是由学校自己说了算，而是由教育部说了算。现在，大学领导唯教育部是瞻，唯评价体系是瞻。每年年底，教育部前来评审，大学领导就会战战兢兢。通过评审后，又会沾沾自喜。这种体制下，就会形成‘大学官僚化’。前一段时间，南京一所大学招聘一个处级干部，竟然引来100多名教授报名。如此热衷当官，学术怎么正常？”董健反问。

正如“SCI之父”加菲尔德博士所再三强调的那样：“永远要记住，SCI的主要功能是用于检索的。”加菲尔德博士说，SCI是一个客观的评价工具，但它只能作为评价工作中的一个角度，不能代表被评价对象的全部。

一组数据也为董健的观点做了注脚：2008年度，中国SCI论文数首次突破10万篇，总数为11.67万篇，较2007年增加2万多篇，占世界份额的9.8%，位列世界第二位，仅次于美国，超越英、德、日等国家。但从引用情况看，中国科技人员作为第一作者的论文，平均每篇被引用5.2次，与世界平均值10.06次相比，只有一半。

（吴锤结 供稿）

积极跑奖、虚假包装 国家最高科技奖能否“守身如玉”

很多人害怕自己不“活动”，被别人“活动”了吃亏。如今很多科学家，院士、教授都有官职，但纯粹的学者到最后都是很难发展的，所以中国会出现学术行政化，行政学术化。相关单位每年拿出几十万到北京来跑奖的事情比比皆是，而常年跑奖的单位基本都是获奖的大户。一些地方单位的科技处处长一年中有半年时间是在北京专门“跑奖”的。

“为什么每年获得国家最高科学技术奖的科学家都是 80 多岁的老科学家？这些科学奖是如何评出来的？”1月11日，国家科学技术奖励大会刚刚闭幕，相关奖项结果刚一公布，记者就在网上发现很多网友的疑问，甚至有一些网友透露，国家最高科学技术奖获奖者其实在几年前就已经内定了。

难道在最权威的国家最高科学技术奖的评选中真存在问题吗？

“其实，国家最高科技奖近两年都是颁发给 80 多岁的科学家是有其合理性的。”一向敢于说真话的中国工程院院士王梦恕告诉《北京科技报》，因为它是对科学家一生科学事业成果的肯定。如果有年轻人马上能拿到这个奖，反而不正常。国家最高科技奖得主都是各个学科的开创者，都是大师级别的人物，年龄自然偏大。

王梦恕坦言，现在的教授、学者和老一辈科学家还存在很大差距。“现在的教授、学者只能称为是工匠级别的，在前人研究的基础上做出一些成绩，但在研究的大方向上、宏观上他们往往把握不住，不知道该研究什么，怎么研究，结果把简单的问题复杂化，浪费大量经费，急功近利，作风浮躁的现象普遍。

曾经参与 2003 年最高科技奖评选工作的王梦恕回忆，那一年国家最高科学技术奖的评选过程是非常公正的，没有受到候选人和评选委员会专家私人关系的影响。

当年，国家最高科学技术奖的候选人是中国科学院地质与地球物理研究所的刘东生院士和建筑界“泰斗”吴良镛院士。刘东生由于发现了黄土体系，对西北地区非常重要，他常年在西北地区搞一线的研究，条件非常艰苦。另一位候选人是与王梦恕私人关系很好的吴良镛，他一直在研究古建筑与西洋建筑怎样结合的问题。但是，评委发现当时在国内整个建筑领域在中西结合方面做得不太好，大量古建筑盲目跟风西方建筑，搞得很乱。

“我们也知道吴良镛本身也很反对盲目跟风西方建筑的现象，但是，一个人的力量毕竟太小，控制不住全国的局势。所以最后我们还是决定推刘东生，因为他的研究对后人起了很

好的引领作用，是一个榜样，但是在建筑界，没有一个完整的体系，没有形成共同的理念，我就没有推选好朋友吴良镛。”王梦恕说。

所以，王梦恕认为，在评选最高科技奖的时候，首先看候选人研究方向是不是开创性的，能否起到学科的奠基作用。一般情况下，学科的开创人、奠基人应该在评选中是优先考虑的。

“我知道，在个别国家科技奖项的评审过程中，有一些地方省市单位为了能够多评上国家奖，拿着钱专门来北京有关部门‘活动’，他们称之为‘跑奖’。这在科技界不是什么秘密。”1月13日，就在国家科学技术奖励大会召开后的第三天，李进鸿告诉《北京科技报》，他曾在国家科技奖励办公室所属的中国科技奖励杂志社工作多年，深知国家科技奖评选的一些“潜规则”。由于看不惯其中的黑幕，愤然辞职，现在在一家时尚杂志社供职。

李进鸿说，因为工作关系，他与一些地方科技厅、单位科技处的负责人很熟悉，以往在评奖之前，这些单位的负责人经常找到他，希望他能够在有关部门“活动”一下，让他们单位能多评一些奖项。

李先生所说的，存在“跑奖”现象吗？

但对于与最高科技奖并列的另外三个奖项：国家自然科学奖、国家技术发明奖和国家科学技术进步奖的评选，王梦恕认为确实存在一些不正常的现象。

“找评委本人，评委秘书，评委亲戚的都有，我也遇到过。”王梦恕坦言，很多人只是寻找心理安慰。

“单位每年拿出几十万到北京来跑奖的事情比比皆是，而常年跑奖的单位基本都是获奖的大户。”李进鸿说，他认识的一些地方单位的科技处处长一年中有半年时间是在北京专门“跑奖”的。

为什么一些单位热衷于评选国家自然科学奖呢？针对记者的疑问，李进鸿说，“如果评上国家自然科学奖等奖项的话，就会给单位和个人带来一系列的好处，可谓‘一举多得’。”

比如，相关单位在以后申请科研经费的时候，上级部门就会进行政策倾斜。而作为个人来说，一旦自己的科研成果被评上国家奖，那么，先进工作者，青年科学家等荣誉就会接踵而至，以后再申请课题经费的时候相比其他人来说，也会相对容易一些。而对于专门负责

“跑奖”的人来说，政绩也是支撑他们“背井离乡”大半年，在京活动的精神动力。

李进鸿告诉记者，一位“获奖大户”单位的科技处处长在庆功宴上告诉他，其实，来北京“跑奖”也是被逼无奈。作为一个拥有雄厚科研实力的单位，由于之前没有认识到“跑奖”的作用，只闷头做科研，眼看着一大批甚至在国外处于先进水平的科研成果名落孙山。而相比之下，其他单位一些并不十分优秀的科研成果纷纷获奖。这才让他们意识到获奖原来需要“攻关”，需要“包装”，需要让科委的领导和评审专家了解到你的科研成果。

对于“专门‘跑奖’的人来说，他们一般很早就能通过各种关系从内部知道评审专家的手机号码，家庭住址和工作单位。“剩下就是要展现我们的公关能力了。”李进鸿笑着说。

“我自己都不知道自己是评委的时候，就有人找来了。”王梦恕对评委信息泄露非常反感。

原国家科委秘书长、原国家海洋局局长、全国政协委员张登义曾就我国当前的科技评价体系进行了深入的调查，调查结果显示：57.0%的委员认为，目前我国科技评价活动存在着“重形式走过场、重数量轻质量的倾向”；56.3%的委员认为“科技评价结果使用不当，助长了急功近利、浮躁浮夸等不良风气”；55.0%的委员认为“有重人情拉关系、本位主义等现象，影响了科技评价工作的客观性和公正性”。其中：委员们认为科技评价活动“规范、公正”的比例为零！

北京大学马大龙教授曾经在两会期间大声疾呼，我国的科技奖励评奖周期普遍较短、数量较多、范围较广，由此导致了奖励质量难以保证、耗费行政资源、影响科研工作等问题。一些科研人员一方面不得不频繁从事“成果包装”、“人情公关”等事务；另一方面又在拼命追赶科研进度，不少人身心疲惫，别说创造出一流成果，就连专心从事科研活动都很难做到。而对奖励的过分追求，则扭曲了奖励的导向作用。

与诺贝尔奖奖励不同，中国的国家奖项主要是奖励给项目团队的，但也因此让这个利益集团更复杂。比如现在很多领导的名字会出现在获奖团队中，但事实上他可能只是起到了组织的作用，跟项目本身又有多少关系呢？马大龙认为，目前科技奖励获奖人员论资排辈、论行政级别排位现象严重。例如，2008年度国家科技进步特等奖、一等奖全部11项非集体奖励的第一获奖者，只有一位没有担任任何行政职务。根据九三学社最近进行的一次近万份的问卷调查显示，超过一半的科研人员认为科技成果获奖人排序优先照顾的是行政领导而非实际突出贡献者。马大龙指出，应当适当延长评奖周期，奖励重点要回归科研人员。

复旦大学光科学与工程系的陈良尧教授也告诉记者，“目前评审材料都是由申报者提供一

级一级上报的，但那些申报成果的很多数据并不公开。这就缺乏了有效的监督。”

陈良尧说，参评项目首先要具备真实性，原始创新要有论文、有笔记，要有证据证明这种想法是你第一个想出来的，像杨振宁获得诺贝尔奖之后，他早年的研究故事都是被公开的。

“我经常碰到这种情况，收到很多评审资料，实际上凭我的经验，很多成果企业在生产过程中并没有用到，产值是来自其他技术的，甚至是从外面引进来的。”陈良尧说。

另外，在一些申报者的材料中还会看到社会上流行的“虚假包装”的痕迹。

陈良尧告诉记者，有人在申报时表示，自己的成果是由哪个院士，哪个著名的研究所鉴定的，更有甚者说诺贝尔奖获得者曾写信支持该成果。

“但是他们并不能拿出诺贝尔奖得主的亲笔信，那么评审委员会是不是应该向诺贝尔奖得主核对亲笔信呢？”陈良尧说，现实中，有一些科研工作者把这种很虚的说辞作为自己成果的旁证，却没有看清科学是要讲数据和论证的。

“所以这种由申报人自己准备的材料很多是有水分的，在得了奖之后就会有人产生质疑：核心数据都在奖励办公室，有多少经过了核实？有没有受到过知情人的举报？这些信息目前都没有公开。”陈良尧说。

此外，我国的国家自然科学奖等奖项的评选过程依据也不科学，还存在只看外表不看内容的弊端，评委还是只看发表期刊的权威性和引用次数。

“论文好不好不一定以杂志为标准。诺贝尔奖得主的论文不一定是发表在很好的杂志上的，像去年诺贝尔物理学奖得主高锟的论文发表的杂志都是二三流的杂志，引用次数也不多，要是在中国绝对评不上。”陈良尧说，事实上，论文最关键的是内容，内容才是获奖的理由，但很多评审没有仔细阅读论文内容，分析论文内容是对的还是错的，哪些是积极的，哪些是消极的，对我们有什么影响。

另外，陈良尧指出，在国家科技进步奖评选过程中，在填写科研成果创造的产值的时候，大量存在“注水”现象，相关评委也很少去核实参评者创造产值的真实性。

因为，在国家科技进步奖评选过程中，除了看创新还要看是否有经济价值，有很好的创新成果，如果不去推广就没有经济价值，就得不到奖，因此有一部分人就作假，而且比例相当高。

“这是违背国家设立这些奖项的初衷的，国家是为了鼓励研究，希望科技成果对社会能有所回报，但如今这么多奖，到底有多少跟国家科技进步有关系，相关度有多少，哪些国家的核心技术是依靠这些奖项产生的，结果是遗憾的。”陈良尧说，当初在资源比较少的情況下，国家用这样的奖励办法提高大家的积极性，这个出发点是好的，但是现在它的促进作用被过度使用，其实很多东西不需要太多奖励，更不应该用奖励获得利益。

武汉大学中国科学评价研究中心主任邱均平教授告诉《北京科技报》，其实，所有这些反映的还是科研环境、氛围的问题。

“为什么国内这么多优秀的学生都去考公务员？”邱均平说，因为国内的利益分配是官本位的。公务员、小小的官职可以得到很多资源，很多收益。如今很多科学家，院士、教授都有官职，但纯粹的学者到最后都是很难发展的，所以中国会出现学术行政化，行政学术化。

“现在整个学术界的学风不正，造假、剽窃，问题比较多。高校，研究院，没有建立有利于科研、有利于创新的组织形式，内部组织结构都还是很早以前的。像台湾的高校，教学由系来组织，科研由研究所来组织，但在大陆，研究型大学没有研究型机制，研究所、研发中心都是虚的，挂个牌子实际并不承担研究项目，有的就几个老师，有的甚至一个老师都没有。此外，目前高校的重点工作是教学，尤其是扩招之后，有的学校学生增加了两倍，那么导师只能忙于教学，怎能有时间搞科研。”邱均平说。

跑奖、资料注水、虚假包装、论资排辈，这些在国家科技奖评选过程中暴露如此多的问题，如何解决呢？

陈良尧认为，首先，要增加国家科技奖励办公室的规模和人数，不仅能减轻目前十分有限的工作人员的评审强度，更重要的是使他们有较充裕的时间和精力更细致地关注评审过程，提高获奖项目的评审质量和信誉度。

其次，有必要适当延长评审时间，尤其是对于极有争议的候选项目更应如此，毕竟被奖励的优秀科技项目不仅在过去，更在未来的很多年里都将发挥积极的作用。

此外，高质量的科技获奖项目的评审过程需要消耗一定的人力、物力和财力资源，包括开小型座谈会，实地考察、实物观察和测量，有关媒体采访，实验数据分析和重复，解决争议等。而与大多数获奖项目的科技投入强度相比，用于这些项目的评审过程的成本太低，因此，不得被迫压缩和限制了许多必要的评审环节，这不利于优秀科技成果的遴选，也

是评奖人员产生评审误判的原因。

而对于科技奖励中的论资排辈现象，马大龙建议应当强化对候选人相关条件的审查、加强推荐把关等，将奖励重点回归到那些有突出贡献的科技工作者身上。

“我建议科技部在评选国家科技奖项的时候应该设有专门的道德委员会，一旦发现问题，马上宣布相关责任人学术上‘死刑’。”中国科学院研究生院教授周寄中强调。

周寄中认为，如今，完全不图名利搞科研的人太少了，因此很多人都想去争个奖，但是即便争奖是为了获得名利，只要能激励学者去搞研究，不损害他人的利益，也是无可厚非的。但对于成果造假、学术腐败的，国家奖是设有专门的道德委员会的，每年都会惩处一批人。像今年北京市科技奖的评审，材料写得非常严格，如果出现填写材料情况不实、有举报的，一经查证，将判“死刑”。应该说这么做还是有效果的。

王梦恕认为，其实在科技奖的评选中，国家的政策导向在其中也是很重要的。曾经在评选一个青年科技奖时，59选8，其中有一个西宁的女同志，做青少年科普教育的，工作很有特色，但她并没有取得过多么大的成绩。另一个女科学家，得了15项奖，从成果上来说，应该评后一个，但评委还是最终选择了前一个。“因为现在国家需要推动科普教育的发展，她的精神难能可贵，不一定谁的本事大就评谁。”王梦恕说。这种国家政策倾斜的现象在两院院士评选中也发生过，有广西、贵州等西部地区的候选人可能条件不一定比别人好，但还是评上了，这就是国家地区性的平衡需要，例如要向西部倾斜等。

（吴锤结 供稿）

北大法学院绩效工资按论文等工作量分配引不满

近日，北京大学法学院多名教授在教师邮件群中批评学院学术政策。事因法学院宣布绩效工资分配方案，教师工资将按工作量分配，法学院多名教授对此表示不满。

2月3日，北大法学院教授贺卫方证实，邮件群中内容确为该院教授表达真实意思。北大宣传部门负责人表示，目前学校处于放假阶段，他对此事尚不清楚。法学院尚未对此事表态。

反对发论文计工作量

北大法学院教授龚刃韧于1月19日率先发文称，1月18日下午举行的法学院大会上宣布绩

效工资分配方案。据此，院行政人员根据职务高低分为五千元、四千元和三千元三个档次；法学院教师工资则按照工作数量来分配，如“核心刊物”发表论文数，授课小时数以及社会工作等。此方案并未事先征求法学院教师的意见。

龚刃韧在文中称，如果一名教授上年度没有在“核心刊物”发表论文，授课小时数又不多，所拿到的绩效工资可能还不如一名刚参加工作的行政工作人员，而教师之间绩效工资可能相差几倍。他认为，真正的学术水平与发表论文的数量以及与是否发表在所谓“核心刊物”上毫无关系。

应征求教职员意见

龚刃韧文中称，他对清华大学法学院在征求了教师意见的前提下公布的绩效工资分配方案表示认可。首先根据职称、岗位分别划定了几个底线，然后再根据工作情况略有调整，结果教师之间、特别是同一职称教师之间的收入差别不大。

贺卫方、汪建成等教授发文表示赞成龚刃韧意见。汪建成认为，从程序上涉及老师重大利益的事情不能院领导班子研究就定了，应征求广大教职员工的意见。

2月3日，北大宣传部门负责人表示对此事尚不清楚。对于北大教师的工资分配标准是由各院系分别制定，还是由校方统一制定，该负责人建议咨询学校人事部门。

说法

教授 因为爱才愿意批评

北大法学院教授贺卫方在邮件群中发文表示很不赞成“用计件工的方式确定所谓绩效工资”。他认为法学院应当有特立独行的精神，遵循学术自由与独立的准则，不可跟风，“尤其是跟教育部的指挥棒”。他说，任何制度都要付出一定的代价，“但我们付不起的是那种一味地追求数量，让全院都逐渐沦入平庸的代价。”

2月3日，贺卫方称，他和龚刃韧一样，因为对法学院怀有深切的爱，才愿意表达对于某些不合理做法的批评。

旁观者 大学不是养鸡场

中国政法大学副教授萧瀚在微博上也记录了此次事件。他赞成龚刃韧的观点，“大学管理

过于衙门化，官僚主义非常严重。”

2月3日，萧瀚称，用发表论文的数量作为教授的薪酬标准非常没有道理。现在的大学要求教授们像计件工一样写论文，论篇不论质量，论杂志的学术官僚地位，不论论文的知识增量。这样的逼人创新怎么可能有创新？逼人写论文，写出来的通常情况下也必然是垃圾。

“别把大学办成养鸡场，以为给了饲料就得下蛋。”萧瀚说。

萧瀚称，政法大学在年终奖金的考评标准上也会计算教授们的论文数量，但是作为抗议，他放弃了参加考评。

(吴锤结 供稿)